

### **Expertensysteme und industrielle Facharbeit: ein Gutachten über denkbare qualifikatorische Auswirkungen von Expertensystemen in der fertigen Industrie ; erstellt im Auftrag der Enquete-Kommission "Technikfolgenabschätzung und -bewertung" des Deutschen Bundestages**

Lutz, Burkart; Moldaschl, Manfred

Veröffentlichungsversion / Published Version

Monographie / monograph

**Zur Verfügung gestellt in Kooperation mit / provided in cooperation with:**

Institut für Sozialwissenschaftliche Forschung e.V. - ISF München

#### **Empfohlene Zitierung / Suggested Citation:**

Lutz, B., & Moldaschl, M. (1989). *Expertensysteme und industrielle Facharbeit: ein Gutachten über denkbare qualifikatorische Auswirkungen von Expertensystemen in der fertigen Industrie ; erstellt im Auftrag der Enquete-Kommission "Technikfolgenabschätzung und -bewertung" des Deutschen Bundestages*. (Forschungsberichte aus dem Institut für Sozialwissenschaftliche Forschung e.V.). Frankfurt am Main: Campus Verl.. <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0168-ssoar-68050>

#### **Nutzungsbedingungen:**

Dieser Text wird unter einer Deposit-Lizenz (Keine Weiterverbreitung - keine Bearbeitung) zur Verfügung gestellt. Gewährt wird ein nicht exklusives, nicht übertragbares, persönliches und beschränktes Recht auf Nutzung dieses Dokuments. Dieses Dokument ist ausschließlich für den persönlichen, nicht-kommerziellen Gebrauch bestimmt. Auf sämtlichen Kopien dieses Dokuments müssen alle Urheberrechtshinweise und sonstigen Hinweise auf gesetzlichen Schutz beibehalten werden. Sie dürfen dieses Dokument nicht in irgendeiner Weise abändern, noch dürfen Sie dieses Dokument für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, aufführen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

#### **Terms of use:**

This document is made available under Deposit Licence (No Redistribution - no modifications). We grant a non-exclusive, non-transferable, individual and limited right to using this document. This document is solely intended for your personal, non-commercial use. All of the copies of this documents must retain all copyright information and other information regarding legal protection. You are not allowed to alter this document in any way, to copy it for public or commercial purposes, to exhibit the document in public, to perform, distribute or otherwise use the document in public.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.

Burkart Lutz  
Manfred Moldaschl

# Expertensysteme und industrielle Facharbeit

Ein Gutachten über denkbare  
qualifikatorische Auswirkungen von  
Expertensystemen in der fertigen Industrie

erstellt im Auftrag der  
Enquête-Kommission „Technikfolgenabschätzung und  
-bewertung“ des Deutschen Bundestages

Campus Verlag  
Frankfurt / New York

# Expertensysteme und industrielle Facharbeit

Forschungsberichte aus dem  
Institut für Sozialwissenschaftliche Forschung e.V.  
ISF München



CIP-Titelaufnahme der Deutschen Bibliothek

**Lutz, Burkart:**

Expertensysteme und industrielle Facharbeit : ein Gutachten über denkbare qualifikatorische Auswirkungen von Expertensystemen in der fertigenden Industrie ; erstellt im Auftrag der Enquête-Kommission "Technikfolgenabschätzung und -bewertung" des Deutschen Bundestages / Burkart Lutz ; Manfred Moldaschl. - Frankfurt/Main ; New York : Campus-Verl., 1989

(Forschungsberichte aus dem Institut für Sozialwissenschaftliche Forschung e.V., ISF, München)

ISBN 3-593-34204-9

NE: Moldaschl, Manfred:

Die Forschungsberichte werden herausgegeben vom Institut für Sozialwissenschaftliche Forschung e.V. (ISF), München.

Copyright © 1989 bei ISF, München.

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung ohne Zustimmung des Instituts ist unzulässig. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen. Vertrieb: Campus Verlag, Bockenheimer Landstr. 100, 6000 Frankfurt 1. Druck und Herstellung: Uni-Druck, München. Printed in Germany.

# Inhalt

<b>Einleitung</b>	5
1. Künstliche Intelligenz und Expertensysteme als neue Software-Technik	6
2. Industrielle Fertigung und fertigungsnahe technische Dienste als vorrangiges Einsatzfeld	9
3. Notwendigkeit und Schwierigkeit der Abschätzung qualifikatorischer Wirkungen	14
4. Argumentationsweise und Aufbau des Gutachtens	16
 <b>Kapitel I</b>	
<b>Grundlegende Annahmen zum qualifikatorischen Wirkungsraum von Expertensystemen</b>	19
1. Tendenzen betrieblicher Rationalisierungsstrategie	19
1.1 Das tayloristische Muster betrieblicher Rationalisierung	20
1.2 Alternative Rationalisierungsstrategien	24
1.3 Die mögliche Rolle von Expertensystemen	27
2. Qualifikation und Qualifizierung industrieller Fachkräfte	29
2.1 Widersprüchliche Vorstellungen von Qualifikation und Qualifizierung	29
2.2 Argumente für die Fehleinschätzung industrieller Qualifikation in der KI-Forschung und Expertensystem-Entwicklung	32
3. Risiken aus der Fehleinschätzung von Qualifikation und Qualifizierung industrieller Fachkräfte beim Einsatz von Expertensystemen	36
3.1 Unbeabsichtigte und unerwartete Folgewirkungen	37
3.2 Überschätzte Leistungsfähigkeit von Expertensystemen	39
3.3 Zusammenfassung: Vier Grundkonstellationen im Wirkungsraum von Expertensystemen	40

## **Kapitel II**

### **Vier imaginäre Fallbeispiele** 45

1. Tayloristische Rationalisierung - Überschätzte Leistungsfähigkeit von Expertensystemen 46
  - 1.1 Die betriebliche Situation 46
  - 1.2 Probleme für die Beschäftigten 49
  - 1.3 Betriebliche Probleme 52
2. Nicht-tayloristische Rationalisierung - Überschätzte Leistungsfähigkeit von Expertensystemen 55
  - 2.1 Die betriebliche Situation 55
  - 2.2 Aktuelle Wirkungen 57
  - 2.3 Längerfristige Probleme 59
3. Tayloristische Rationalisierung - Realistische Einschätzung der Leistungsfähigkeit von Expertensystemen 61
  - 3.1 Die betriebliche Situation 61
  - 3.2 Konsequenzen für die Beschäftigten 64
  - 3.3 Betriebliche Probleme 67
4. Nicht-tayloristische Rationalisierung - Realistische Einschätzung der Leistungsfähigkeit von Expertensystemen 69
  - 4.1 Die betriebliche Situation 69
  - 4.2 Auswirkungen auf die Arbeitskräfte 71
  - 4.3 Konsequenzen für den Betrieb 73

## **Kapitel III**

### **Qualifikationsbezogene Risiken und Probleme** 77

1. Die generelle Wirkungsstruktur von Expertensystemen - Große Bedeutung nicht-intendierter Effekte 78
2. Risiken der Arbeitnehmer aus beabsichtigten Wirkungen 81
3. Arbeitnehmerrisiken aus nicht-intendierten Neben- und Folgewirkungen 82
  - 3.1 Qualifikationserosion 83
  - 3.2 Statusverlust 85
  - 3.3 Anforderungsdilemmata 86
4. Betriebliche Probleme 89

## **Schlußfolgerungen**

### **Erste Überlegungen zu möglichen politischen Konsequenzen** 95

1. Technologiepolitische Konsequenzen 95
2. Arbeitspolitische Konsequenzen 99
3. Forschungspolitische Konsequenzen 102

Grundlegende Literatur zum Gutachten 107

Literatur zur Entwicklung und Anwendung wissensbasierter Systeme 112

Das Institut für Sozialwissenschaftliche Forschung e.V. München 121





## Einleitung

Mit Schreiben vom 17.3.1988 wurde das Institut für Sozialwissenschaftliche Forschung von Herrn Dr. Rüttgers, MdB, Vorsitzender der Enquête-Kommission "Technikfolgenabschätzung und -bewertung" des Deutschen Bundestages, aufgefordert, ein Angebot für ein Gutachten vorzulegen, das "mögliche Auswirkungen des Einsatzes von Expertensystemen auf die Beschäftigten, die Bedürfnisse der Beschäftigten" in der fertigenden Industrie behandeln solle. Zwei weitere, gleichzeitig von anderen Wissenschaftlern zu erstellende Gutachten sollten einerseits gegenwärtige und zu erwartende Anwendungen von Expertensystemen in der fertigenden Industrie aufzeigen und andererseits Einsatzmöglichkeiten und denkbare Auswirkungen aus betrieblicher Perspektive klären.

Für die Arbeit an dem Gutachten wurde ein Zeitraum von sechs Monaten vorgegeben; für die Finanzierung standen Mittel bereit, die etwa den Kosten von 0,5 bis 0,75 Mann-Jahren eines qualifizierten Forschers entsprechen.

Das Institut zögerte, bevor es der Aufforderung nachkam und ein Angebot erstellte, da aus Gründen, auf die weiter unten (3.) noch hinzuweisen ist, zum gegenwärtigen Zeitpunkt keine einigermaßen empirisch gesicherten Aussagen über Auswirkungen der Einführung von Expertensystemen auf die betroffenen Arbeitskräfte gemacht werden können. Da jedoch, wie gleichfalls weiter unten zu erläutern, ein hohes sozial- und technologiepolitisches Interesse daran besteht, möglichst frühzeitig zu klären, welche positiven oder negativen Effekte des Einsatzes von Expertensystemen überhaupt denkbar sind, legte das Institut dann doch am 12. April 1988 das Konzept für ein Gutachten vor. Dieses Gutachten wollte sich allerdings:

- o vor allem auf die qualifikatorischen Folgen der Einführung von Expertensystemen konzentrieren

- o und einer Vorgehensweise folgen, die keine prognostischen Aussagen, sondern lediglich eine Abschätzung des "Raumes" potentieller Wirkungen liefern konnte.

Es versteht sich von selbst, daß angesichts des knappen Zeit- und Mittelrahmens zur Erstellung dieses Gutachtens gezielte Erhebungen und Untersuchungen nicht durchgeführt werden konnten. Eine Ausnahme bildet eine Literaturrecherche über rund 120 aktuelle Veröffentlichungen und Berichte zu geplantem bzw. - in sehr wenigen Fällen - realisiertem Einsatz von Expertensystemen in der industriellen Fertigung und in fertigungsnahen technischen Diensten. Die Ergebnisse dieser Literaturrecherche werden im folgenden unter 2. kurz resümiert, fließen jedoch in vielfältiger Weise in alle Kapitel ein. Die Materialbasis wird im übrigen von dem durch zahlreiche eigene Beiträge zur sozialwissenschaftlichen Technik- und Qualifikationsforschung begründeten Vorwissen der Verfasser und der aktuellen, sehr lebhaften fachwissenschaftlichen Diskussion geliefert. Aus Gründen der Lesbarkeit wird allerdings auf Einzelnachweise verzichtet. Die wichtigste einschlägige Literatur ist in einem Anhang aufgeführt. Auch wird bei allen wesentlichen Argumenten angegeben, ob sie weithin akzeptierten, gesicherten Kenntnis- und Forschungsstand wiedergeben oder lediglich auf mehr oder minder gut begründeten Vermutungen bzw. kontroversen Deutungen fußen.

Die Verfasser - Prof. Dr. Burkart Lutz und Dipl. Psych. Manfred Moldaschl (federführend) sowie Dr. Fritz Böhle (beratend) - nehmen den vorläufigen und entsprechend ungesicherten Charakter ihrer Aussagen bewußt in Kauf, weil ihrer Überzeugung nach nur auf diese Weise schon jetzt Ansatzpunkte für die Steuerung einer möglicherweise sehr wichtigen technischen Entwicklung identifiziert werden können.

## **1. Künstliche Intelligenz und Expertensysteme als neue Software-Technik**

*Expertensysteme als spezielle Anwendungen einer zumeist als "künstliche Intelligenz" bezeichneten Forschungsrichtung sind Computerprogramme zur Bereitstellung und Verarbeitung von Wissen über ein spezielles Fachgebiet für bestimmte Aufgabenstellungen mit einer Vielzahl von Bedingungen, deren Berücksichtigung zu jeweils neuen Lösungswegen führt. In dieser Fähigkeit "wissensba-*

*sierter" Software, vorhandene Elemente jeweils zu neuen Ergebnissen (z.B. Diagnosen, Pläne) zusammenzuführen, liegt das zentrale Unterscheidungsmerkmal zu konventioneller Software; hier müssen jeweils alle möglichen Lösungswege vorab programmiert werden, was die mögliche Flexibilität dieser Programme beschränkt.*

Aufgrund der speziellen Auslegung von Expertensystemen für die Speicherung und Verarbeitung von Wissen spricht man auch von "wissensbasierten Systemen". Allerdings ist dieser Begriff weniger klar umrissen und umfaßt z.B. auch bestimmte Datenbanksysteme. Entscheidend für Expertensysteme ist, daß das gespeicherte "Wissen" nicht nur aus Fakten besteht, sondern auch aus Informationen über deren Verknüpfungsmöglichkeit zu Begründungsketten oder Handlungsplänen. Ein weiteres wesentliches Merkmal ist, daß auch solches Wissen eingegeben werden kann, welches normalerweise nur "Experten", d.h. mit ihrem Fachgebiet wohlvertrauten Personen verfügbar ist. Derjenige Teil des Expertenwissens, welcher von Expertensystemen verarbeitet werden kann, hat meist die Form von Regeln (z.B. wenn Bedingung A - Öl-Druck kleiner 100 - dann Schlußfolgerung X - Ventil Y defekt -). Mit Hilfe dieser Regeln lassen sich Anfragen an das System beantworten, Diagnosen stellen, Entscheidungen vorschlagen oder treffen.

Expertensysteme sind also eine Weiterentwicklung der Informationstechnik. Es handelt sich bei ihnen um eine neuartige, hochflexible Software, die zunehmend auf handelsüblichen Rechnern mit größerer Verarbeitungskapazität lauffähig ist. Im Unterschied zu den bisher vorherrschenden Programmen, die vor allem für die eher schematische Verarbeitung großer Datenmengen geeignet sind, bieten sich Expertensysteme in erster Linie für Aufgabenstellungen an, bei denen sehr viele Variablen in unterschiedlicher Form miteinander zu verknüpfen sind.

Die besondere Leistungsfähigkeit von Expertensystemen im Vergleich zu konventionellen Programmen liegt insbesondere: in der Trennung von "Anweisungs"-Teil und "Wissens"-Teil; in der von ihnen eröffneten Möglichkeit, in der Anwendung neue Lösungswege zu generieren; in einer umfangreichen Selbsterklärungsfähigkeit; in der Einfachheit der Aktualisierung, die sich daraus ergibt, daß jedes Programmelement für sich geändert, ersetzt oder ergänzt werden kann; in der relativ hohen Wiederverwendbarkeit der Software

und in dem einfachen Prototyping, d.h. der Tatsache, daß bereits einfachste Programmversionen lauffähig sind und sukzessive bedarfsgerecht ausgebaut werden können.

Das weitverbreitete Interesse an der Entwicklung und Nutzung von Expertensystemen ergibt sich vor allem daraus, daß es mit ihrer Hilfe möglich erscheint, die Grenzen und Beschränkungen zu überwinden, die heute - entgegen sehr optimistischen Erwartungen zu Beginn des EDV-Einsatzes - noch vielfach der Nutzung informationstechnischer Systeme gezogen sind: Expertensysteme stellen also keine grundsätzlich neue Technik dar und können auch nicht voraussetzungslos eingeführt werden. Sie sind vielmehr ein Mittel, die Leistungsfähigkeit und das Anwendungsfeld bestehender DV-Systeme, in die sie integriert werden, nachhaltig zu steigern und zu erweitern. Dies gilt vor allem bei komplexen Aufgaben, wie sie mit der Automatisierung von Steuerungs- und Planungsprozessen verbunden sind.

Wie schon der Begriff der "Experten"-Systeme besagt, wird die Ausweitung des Einsatzfeldes automatischer Informationsverarbeitung vor allem dort erstrebt, wo heute für den Anwender oder Nutzer wichtige Leistungen nur durch entsprechend qualifiziertes Personal ("Experten") erbracht werden können. Ein wesentliches Unterscheidungsmerkmal von Expertensystemen läßt sich demzufolge daraus gewinnen, ob mit ihrem Einsatz qualifizierte Arbeitskräfte unterstützt oder substituiert werden sollen.

Hieraus ergeben sich drei Konsequenzen, die im folgenden an verschiedenen Stellen der Argumentation wieder aufzunehmen sind:

*(1) Planungen und Experimente zur Einführung von Expertensystemen konzentrieren sich in der Regel auf Gebiete, in denen heute bereits EDV weit verbreitet ist und große Informationsbestände maschinell generiert und verarbeitet werden.*

*(2) Hierbei stehen insbesondere diejenigen Einsatzmöglichkeiten und Anwendungsbereiche im Vordergrund, bei denen die Leistungsgrenzen der bisher eingesetzten Programmstrukturen besonders offenkundig sind.*

*(3) Bei Planung, Entwicklung und Einsatz von Expertensystemen ist es gerade wegen des hohen Einführungsdrucks oftmals schwierig, die Leistungsgrenzen re-*

*alistisch einzuschätzen, die auch dieser Software-Technik bzw. ihrem wirtschaftlichen Einsatz unter betrieblichen Alltagsbedingungen gezogen sind.*

## **2. Industrielle Fertigung und fertigungsnahe technische Dienste als vorrangiges Einsatzfeld**

Überblickt man die aktuelle Literatur zu Einsatzmöglichkeiten von Expertensystemen, so treten industrielle Fertigung und produktionsnahe technische Büros als markante Anwendungs- bzw. Entwicklungsschwerpunkte hervor. Zwar sind auch im Dienstleistungsbereich starke Interessen an der Anwendung von KI-Techniken zu verzeichnen, doch ist hier die Entwicklung noch nicht in der gleichen Breite zur Anwendungsreife gelangt.

*Die Rolle von industrieller Fertigung und technischen Büros als vorrangigen Anwendungsfeldern von Expertensystemen erklärt sich - in Fortführung des eben Gesagten - durch drei Tatbestände:*

*(1) Einmal unterliegen diese Betriebsbereiche wegen des unmittelbaren Durchschlagens der Weltmarktkonkurrenz einem besonders starken und in jüngster Zeit eher noch zu- als abnehmenden Rationalisierungsdruck, der zu verbreiteten technischen Innovationen Anlaß gab und gibt;*

*(2) des weiteren sind diese Innovationen seit einigen Jahren durch rapide zunehmenden Einsatz rechnergestützter Informations- und Steuerungstechniken (charakteristisch hierfür sind die weitverbreiteten Kürzel wie CAD, CAM, PPS, BDE, CNC oder DNC, die alle auf den Einsatz von elektronischer Datenverarbeitung als Rationalisierungsinstrument verweisen) charakterisiert;*

*(3) endlich werden gerade bei der Rationalisierung, Automatisierung und/ oder strafferen Planung und Steuerung industrieller Fertigungsprozesse und auf sie bezogener Dienstleistungen die Grenzen der bisherigen Programmierlogik und Software offenkundig, die besonders für die mit dem Kürzel CIM bezeichneten Bestrebungen bedeutsam sind, möglichst alle funktional zusammenhängenden Teilsysteme und Systemkomponenten vollautomatisch miteinander zu verknüpfen ("Computer Integrated Manufacturing").*

In der industriellen Fertigung und den fertigungsnahen Dienstleistungen wie Detailkonstruktion, Arbeitsvorbereitung und Programmierung, Instandhaltung und Qualitätssicherung wird demzufolge mit Expertensystemen nicht eine vollständig neue Technologie, gewissermaßen "auf der grünen Wiese" eingeführt. Hier geht es vielmehr darum, die herkömmlichen, vielerorts bestehenden und zumeist aus dem betrieblichen Alltag kaum mehr wegzudenkenden informations- und steuerungstechnischen Systeme durch Komponenten von KI-Software zu ergänzen, um deren Leistungsfähigkeit nachhaltig zu erhöhen. Hieraus erklärt sich nicht nur das erwartete hohe Verbreitungspotential, sondern auch die Tatsache, daß viele Wirkungen von Expertensystemen nicht als unmittelbare Folgen ihrer Einführung, sondern als zeitlich verzögerte und sachlich vermittelte Sekundäreffekte auftreten können; hierauf ist in den folgenden Kapiteln noch mehrfach einzugehen.

Dementsprechend ist auch die Planung und Einführung von Expertensystemen in Fertigung und fertigungsnahen Diensten im einzelnen dort am weitesten vorangeschritten, wo bereits Informationstechnik sehr verbreitet ist und entsprechende Anwendererfahrungen vorliegen. Schwerpunkte liegen deshalb im Bereich rechnergestützter Produktionsplanung (PPS) und rechnergestützter Konstruktion (CAD). In neuester Zeit wird auch verstärkt von Entwicklungen für die Werkzeugmaschinensteuerung und die Instandhaltung berichtet.

Aus einer aktuellen Literaturrecherche ergeben sich die in Übersicht 1 zusammengefaßten Anwendungsbeispiele, wobei unter "Anwendung" nicht nur bereits laufende Systeme, sondern auch Entwicklungsarbeiten mit entsprechender Zielsetzung verstanden werden.<sup>1</sup>

Von der Einführung von Expertensystemen wird vielfach eine sehr weitreichende Ausweitung des Anwendungsfeldes von Informationstechnik erwartet, insbesondere auch auf Funktionen und Tätigkeiten, die sich bisher wegen ihrer Komplexität einer Automatisierung entzogen. In der betrieblichen Instandhaltung beschränkten sich beispielsweise bisherige Anwendungen von Informationstechnik auf rechnergestützte Planungssysteme (für Personalein-

---

1 Diese Angaben entstammen einer eigenen Auswertung von ca. 120 Artikeln und Berichten über Planung, Entwicklung und Einsatz von Expertensystemen in der Produktion und in produktionsnahen Büros aus den Jahren 1985 bis 1988.

## Übersicht 1: Anwendung wissensbasierter Systeme im Betrieb

Fabrikplanung	Konfiguration, Simulation, Wirtschaftlichkeitsberechnung
Forschung und Entwicklung:	Laborsysteme (z.B. Materialforschung) "Entwicklungsumgebungen" (z.B. Software-Entwicklung)
Konstruktion	CAD mit Expertensystem-Komponente
Fertigungsplanung	Prozeßplanung (Fertigungsfolge, Bearbeitungsfolge, Maschinenauswahl) Automatische Arbeitsplanerstellung Prozeßüberwachung Instandhaltungsplanung
Fertigungssteuerung	Materialbedarfsplanung Lagerwirtschaft Produktionsplanung Werkstattsteuerung (Belegungsplanung, Einschleusstrategien, "intelligente" BDE)
Fertigung	Werkstattsteuerung (Feinplanung) Prozeßsteuerung (Meßwarten) Maschinensteuerung Robotersteuerung (Sensorik, Mustererkennung) NC-Programmerstellung
Service	Fehlerdiagnose, Ferndiagnose Reparaturanleitung, Personaleinsatz
Qualitätssicherung	Fehler(entstehungs)-Analyse Fehlerzuordnung/-Rückmeldung an Verursacher Prüfplanerstellung/-Anpassung
Einkauf	Lieferantenauswahl (nach Termintreue, Kulanz, Größe, Innovationskraft u.ä.)
Vertrieb	Konfiguration von Maschinenkomponenten (z.B. für Angebotserstellung und Kundenberatung)
Ausbildung	Unterweisung, Beratung (CAI), Simulation

Quelle: Eigene Literaturrecherchen



satz, Termine, Ersatzteilversorgung u.ä.), während Störungsdiagnose und -behebung eine ausschließliche Aufgabe des qualifizierten Instandhaltungspersonals waren; genau deren zumindest partielle Technisierung erstreben jedoch die aktuellen Entwicklungen einschlägiger Expertensysteme.

*Im Gegensatz zu herkömmlicher DV-Anwendung zielt also der Leistungsanspruch von Expertensystemen im Regelfalle zentral auf das Tätigkeitsfeld hochqualifizierter Arbeitskräftegruppen (Facharbeiter, Techniker und Ingenieure) und deren Kernaufgaben.*

Dies wird deutlich sichtbar, wenn man, wie in Übersicht 2, die wichtigsten Ziele der Hersteller und potentiellen Anwender von Expertensystemen zusammenstellt.

Hinter dieser Vielzahl von Zielen, die sich mit der realen oder geplanten Anwendung von Expertensystemen verbinden, und hinter den verschiedenartigen Anwendungsfällen (siehe Übersicht 1) verbergen sich auch sehr verschiedenartige Problemlagen, die entweder Anwenderbetriebe veranlassen, die Einführung eines Expertensystems ins Auge zu fassen, oder die von Systemherstellern bei potentiellen Kunden vermutet werden. Aus der Literatur und den Übersichten 1 und 2 lassen sich drei **Typen** solcher **betrieblicher Problemlagen** ableiten:

- o Probleme betrieblicher Leistungsfähigkeit

Hier sollen Expertensysteme in erster Linie dazu dienen, dringliche technisch-organisatorische Probleme (z.B. wachsende Flexibilitätsanforderungen oder zunehmende Komplexität der Fertigungsabläufe) besser zu bewältigen, als dies bisher möglich war;

- o Probleme der Wirtschaftlichkeit

Stehen solche Probleme im Vordergrund, so werden Expertensysteme vorrangig dazu eingesetzt (sollen dazu eingesetzt werden), Kosten zu reduzieren oder einem für Rentabilität und Wettbewerbsfähigkeit des Betriebs bedrohlichen Anstieg bestimmter Kostenpositionen entgegenzuwirken; angestrebt und erwartet werden hier also in erster Linie Personaleinsparungen, bessere Anlagenvorfügbarkeit u.ä.;

## Übersicht 2

### **Mit der - tatsächlichen oder geplanten - Einführung von Expertensystemen verfolgte Ziele** (mit abnehmender Häufigkeit der Nennungen)

- Bewahren, Konservieren von Expertenwissen, d.h. vor Verlust z.B. durch Weggang des Experten schützen
- Expertenwissen breit zugänglich und jederzeit verfügbar machen
- technische Wissensvermittlung, Reduzierung von Qualifizierungsaufwand
- Verbesserung der Entscheidungsqualität (möglichst alle Informationen und Alternativen berücksichtigen)
- Verbesserung der Verlässlichkeit, Reproduzierbarkeit und Konsistenz von Entscheidungen
- Beschleunigung von Material- und Informationsflüssen bzw. von Entscheidungsprozessen
- Entlastung von Experten, Abbau von Streß
- Abbau von Routinetätigkeiten, Aufgabenerweiterung
- bessere Nutzung von Produktionskapazitäten (Reduktion von Stillstand, Reparatur)
- Vereinheitlichung des Vorgehens (Reduktion von Fehlern, konstante Qualität)
- Verminderung von Komplexität
- Steigerung der betrieblichen Flexibilität
- Erfahrungssammlung mit neuer Technologie
- Steigerung der Arbeitszeit-Flexibilität
- neue Produkte bzw. Erschließung neuer Märkte

Quelle: Eigene Literaturrecherchen

- o Probleme der Verfügbarkeit von Experten

Anwendungen von Expertensystemen, die durch Problemlagen dieses Typs motiviert sind, zielen in erster Linie darauf ab, dem Betrieb, bestimmten Betriebsabteilungen oder bestimmten Arbeitskräftegruppen Expertenwissen verfügbar zu machen, das bisher ausschließlich speziell qualifizierte Arbeitskräfte besaßen, die jedoch für die betrieblichen Zwecke zu knapp und/oder zu teuer sind.

Wie unmittelbar einsichtig, betrifft die Einführung von Expertensystemen bei verschiedenen Problemlagen jeweils andere Arbeitskräftegruppen in jeweils anderer Weise. So stehen etwa bei Einführungsprozessen von Expertensystemen, die in erster Linie dazu dienen sollen, einen bestehenden oder drohenden Expertenmangel zu überwinden, die Tätigkeiten von qualifizierten Fachkräften in technischen Büros im Vordergrund. Ist die beherrschende Problemlage durch bedrohte Rentabilität charakterisiert, so wird sich die Einführung eines Expertensystems vor allem an der Möglichkeit von Personalreduzierung orientieren. Usf.

### 3. Notwendigkeit und Schwierigkeit der Abschätzung qualifikatorischer Wirkungen

*Aus den bisherigen Darstellungen und Überlegungen lassen sich zwei Konsequenzen ziehen:*

*Nimmt man die gegenwärtigen Planungen und Entwicklungen sowie die mit ihnen verbundenen Ziele und Erwartungen ernst, so ist im Bereich industrieller Fertigung und fertigungsnahe technischer Dienste mit einer breiten und vielfältigen Anwendung von Expertensystemen zu rechnen.*

*Da die von den Expertensystemen erwarteten Leistungen in den Kernbereich qualifizierter Tätigkeiten von Facharbeitern und technischen Angestellten zielen, sind mit der verbreiteten Einführung solcher Systeme möglicherweise weitreichende qualifikatorische Konsequenzen verbunden.*

Hieraus ergibt sich die **Dringlichkeit des Auftrages**, der diesem Gutachten zugrunde liegt und doppelter Natur ist:

(1) Vorausschauend, d.h. zu einem Zeitpunkt, zu dem die technische Entwicklung eben erst auf großer Stufenleiter einsetzt, zu ermitteln, welche qualifikatorischen Konsequenzen welche Arbeitskräftegruppen mit verbreitetem Einsatz von Expertensystemen verbunden sein können.

Werden sich die in der aktuellen Diskussion von manchen Kritikern dieser Technik befürchteten Phänomene der Enteignung von bisherigem Expertenwissen oder der mit längerdauernder Gewöhnung sich einstellenden Erosion wichtiger, auf Erfahrung basierender Qualifikationsbestandteile durchsetzen? Oder werden positive Tendenzen die Oberhand behalten, wie die Verallgemeinerung bisher monopolisierter Wissensbestände oder die Eröffnung neuartiger Lernchancen?

(2) Hierauf aufbauend Ansatzpunkte für Maßnahmen und Politiken zu identifizieren, mit deren Hilfe sich negative qualifikatorische Effekte vermeiden oder doch wenigstens eingrenzen und positive Effekte, die mit der Einführung von Expertensystemen verbunden sein können, stärken und stützen lassen.

Zugleich begründen die vorstehenden Überlegungen und Darstellungen aber **auch die außerordentlichen Schwierigkeiten**, die mit der Absicht verbunden sind, **möglichst frühzeitig einigermaßen gesicherte Aussagen über die zu erwartenden qualifikatorischen (und sonstigen) Auswirkungen** auf die Arbeitskräfte zu machen.

Diese Schwierigkeiten sind zum gegenwärtigen Zeitpunkt dreifacher Natur:

- o Einmal macht es die Vielzahl der Anwendungsfälle, der dem Einsatz von Expertensystemen zugrundeliegenden Probleme und der hierbei verfolgten Ziele gänzlich unmöglich, aus generellen technischen Strukturprinzipien unmittelbar irgendwelche Arbeitsfolgen abzuleiten (was im übrigen auch bei stärker monofunktionalen Techniken in der aktuellen wissenschaftlichen Diskussion zunehmend als unzulässig erachtet wird).
- o Aus den gleichen Gründen ist auch die sehr geringe Zahl von tatsächlich im Einsatz befindlichen Expertensystemen nicht als empirische Grundlage für verallgemeinernde Aussagen geeignet. Angesichts der besonderen Bedingungen, Schwierigkeiten und Interessenlagen, wie sie für Erst-einführung und beginnende Diffusion neuer technischer Systeme charakteristisch sind, spricht sehr vieles dafür, daß diese praktisch beobachtba-

ren Anwendungsfälle keineswegs für das zukünftige Einsatzfeld und die zukünftigen Nutzungsformen von Expertensystemen repräsentativ sind, sondern diese vielmehr in extrem verzerrter Weise abbilden.

- o Hinzu kommt endlich, daß, wie in der sozialwissenschaftlichen Technikforschung vielfach nachgewiesen, technische Innovationen mit systemischem Charakter - und um solche handelt es sich in aller Regel bei den bereits realisierten oder geplanten Anwendungen von Expertensystemen - in der Einführungsphase deutlich andere Effekte für Arbeitsinhalte und Qualifikationsanforderungen sowie Arbeits- und Betriebsorganisation haben als nach Erreichung des Normalbetriebes; dies gilt vor allem für die erst dann überhaupt sichtbar werdenden Formen indirekter Betroffenheit.

*Mit großer Wahrscheinlichkeit wird es noch eine ganze Reihe von Jahren dauern, bis wirklich zuverlässige, gegen Fehleinschätzungen und vorschnelle Verallgemeinerungen einigermaßen geschützte Untersuchungsergebnisse über qualifikatorische und sonstige Arbeitsfolgen des Einsatzes von Expertensystemen in jeweils definierten Ausschnitten der industriellen Produktion und der produktionsnahen technischen Dienste vorliegen.*

*Es ist jedoch keineswegs auszuschließen, daß bis dahin erhebliche Chancen vergeben werden, steuernd auf die Entwicklung von Systemen einzuwirken, die dann, bereits praktisch erprobt und marktgängig, verbreitet eingesetzt werden.*

Struktur und Argumentationsweise des hiermit vorgelegten Gutachtens sind in erster Linie von dem Bestreben geprägt, dieses Dilemma - hohes Interesse an möglichst schneller Identifizierung negativer und positiver Folgen der Einführung von Expertensystemen einerseits, Unmöglichkeit, hierbei derzeit und in den nächsten Jahren auf einigermaßen gesicherte empirische Beobachtungen zurückgreifen zu können, andererseits - aufzulösen.

#### **4. Argumentationsweise und Aufbau des Gutachtens**

*Der sinnvollste, vielleicht sogar einzig gangbare Weg, das eben benannte Dilemma aufzulösen, scheint darin zu bestehen, die vorhandenen Kenntnisse über Expertensysteme so eng wie möglich mit den breiten und überwiegend auch*

*theoretisch gut strukturierten Wissensbeständen über industrielle Rationalisierungsprozesse, über die hierbei dominierenden Formen der Nutzung neuer Techniken und technischer Systeme und über deren Folgen für Qualifikation und Arbeitssituationen der Beschäftigten zu verknüpfen.*

Hierbei geht das Gutachten in drei Schritten vor:

(a) In einem ersten Schritt - dem Kapitel I gewidmet ist - werden **drei grundlegende Thesen** formuliert. Diese Thesen werden als Prämissen in die dann folgenden Überlegungen und Analysen einfließen, wenngleich sie bei strenger methodischer Betrachtung durchaus den Charakter von Arbeitshypothesen tragen, die einer systematischen wissenschaftlichen Überprüfung zugänglich sind.

Diese drei Thesen besagen:

1. Der Einsatz von Expertensystemen in der industriellen Fertigung ist als integraler Bestandteil betrieblicher Rationalisierungsstrategien zu verstehen und deren jeweiliger Logik unterworfen.
2. Industrielle Qualifikation ist wesentlich mehr als eine bloße Ansammlung einzelner Wissensbestände, Fakten und Regeln.
3. Unter den gegenwärtigen Bedingungen ist der Einsatz von Expertensystemen in der industriellen Fertigung und in den fertigungsnahen technischen Büros mit dem hohen Risiko überschätzter Leistungsfähigkeit und erheblicher nicht-intendierter und unerwarteter Folgewirkungen verbunden.

Die Thesen liefern die Grundlage dafür, den heute denkbaren - vor allem qualifikatorischen - Wirkungsraum von Expertensystemen in der industriellen Fertigung und den fertigungsbezogenen technischen Diensten einigermaßen abzustecken.

(b) In einem zweiten Schritt soll versucht werden, mögliche Wirkungen und Wirkungsweisen der Einführung von Expertensystemen in markanten Segmenten dieses Wirkungsraumes zu veranschaulichen. Hierzu dienen vier

konstruierte, **idealtypische Fallbeispiele** der Anwendung von Expertensystemen. Diese Beispiele haben zwar insofern hypothetischen Charakter, als ihnen keine empirisch beobachteten Fälle zugrunde liegen. Doch stehen die Anwendungsformen von Expertensystemen, die sie jeweils aufgreifen, im Zentrum der aktuellen Diskussion und Entwicklungsarbeit. Die von ihnen unterstellten betrieblichen Bedingungskonstellationen und Problemlagen sind durchaus realistisch und ließen sich wohl ohne Mühe in der jeweils benannten Betriebsgrößenklasse und Branche mehrfach auffinden. Für die in den Fällen angenommenen Reaktionsweisen und betrieblichen Maßnahmen gibt es zahlreiche, gut dokumentierte Vorbilder bei anderen technisch-organisatorischen Innovationen.

Diese Beispiele sind in Kapitel II zusammengestellt.

(c) Auf dem Hintergrund dieser Beispiele kann dann, in einem dritten Schritt, daran gegangen werden, denkbare Wirkungen von Expertensystemen auf etwas allgemeinerer Ebene zu benennen. Hierzu werden - Kapitel III - jeweils in der Perspektive der betroffenen Arbeitskräfte und der Betriebe **typische Risiken und Probleme** skizziert, deren Auftreten im Gefolge der Einführung von Expertensystemen mit mehr oder minder großer Wahrscheinlichkeit zu erwarten ist. Hierbei geht es in erster Linie um Qualifikation; psychische Belastung wird freilich zumindest dann und insofern eine Rolle spielen, als sie sich unmittelbar aus qualifikatorischen Problemen ergibt. Im Mittelpunkt stehen Risiken und Probleme, die sich aus unbeabsichtigten und unerwarteten Folgewirkungen ergeben, von denen vermutet werden muß, daß sie im Zusammenhang mit solchen informationstechnischen Innovationen erhebliche Bedeutung erhalten werden; ihre Bewältigung wird alle Beteiligten und Betroffenen mit weitgehend neuen und schwierigen Aufgaben konfrontieren.

Wenngleich die dargestellten möglichen Wirkungen für Arbeitskräfte und Betriebe keineswegs als Prognosen in einem strengen Sinne interpretiert werden dürfen, ist doch die Wahrscheinlichkeit ihres Auftretens im allgemeinen so groß, daß sich auch politische Überlegungen und Maßnahmen an ihnen orientieren können und sollen. In den Schlußfolgerungen wird versucht, einige erste Konsequenzen dieser Art zu ziehen.

# Kapitel I

## Grundlegende Annahmen zum qualifikatorischen Wirkungsraum von Expertensystemen

Um den potentiellen Wirkungsraum von Expertensystemen in der industriellen Fertigung und in den fertigungsnahen technischen Büros und Diensten abstecken zu können, ist es zunächst notwendig, einige grundlegende Annahmen zu treffen. Diese richten sich zunächst (1.) auf den Kontext, in dem sich die Einführung entsprechender Systeme vollzieht, und auf die dabei herrschende Logik, nämlich die Logik **betrieblicher Rationalisierung**; sie beziehen sich weiterhin (2.) auf die Sachverhalte, deren mögliche Betroffenheit durch Expertensysteme geklärt werden soll, nämlich **industrielle technisch-gewerbliche Qualifikationen**. Da aus beiden Serien von Annahmen **erhebliche spezifische Risiken** folgern, vor allem das Risiko nicht-intendierter Wirkungen und das Risiko der Überschätzung der Leistungsfähigkeit von Expertensystemen, soll hierauf (3.) noch besonders eingegangen werden.

### 1. Tendenzen betrieblicher Rationalisierungsstrategie

In der Einleitung wurden - unter 2. - die wichtigsten Problemlagen benannt, die der Einführung von Expertensystemen zugrunde liegen, und die Zielsetzungen aufgelistet, die bei den gegenwärtig bekannten Anwendungsbeispielen oder -planungen verfolgt bzw. vorausgesetzt werden.

*Damit werden Expertensysteme als ein typisches Instrument betrieblicher Rationalisierung ausgewiesen; ihre Einführung muß demzufolge als integraler Bestandteil der betrieblichen Bestrebungen, Maßnahmen und Politiken verstanden werden, auf dem Hintergrund der jeweils gegebenen externen, sich vor allem auf den für den Betrieb wichtigsten Absatz- und Beschaffungsmärkten manifestie-*



*renden Bedingungen mit jeweils geeigneten Mitteln maximale technische Effizienz und wirtschaftliche Rentabilität sicherzustellen.*

Betriebliche Rationalisierung ist hier in Übereinstimmung mit dem Gebrauch dieses Begriffes in der ökonomischen Theorie in einem umfassenden Sinne als betriebliches Handeln zu verstehen, das eine bessere Kombination und Nutzung der eingesetzten Produktionsfaktoren bezweckt. Rationalisierungsmaßnahmen können also sehr verschiedene spezielle Zielsetzungen haben, auf verschiedene zu überwindende Problemlagen reagieren, an ganz verschiedenen Stellen im betrieblichen Organisationsgefüge und den betrieblichen Abläufen ansetzen und sich hierzu einer Vielzahl von Instrumenten bedienen. Hinter dieser hohen Varianz beobachtbarer oder auch denkbarer konkreter Maßnahmen läßt sich allerdings ein grundlegendes Muster ausmachen, das seit mehreren Jahrzehnten betriebliche Rationalisierung so stark prägt, daß man lange Zeit hindurch geneigt war, seine Logik mit der Logik betrieblicher Rationalisierung überhaupt zu identifizieren: Dieses Muster, das in der Fachliteratur vielfach beschrieben und analysiert ist, kann - in Erinnerung an den US-amerikanischen Ingenieur F. W. Taylor - als "Taylorismus" oder "tayloristisch" bezeichnet werden.

### **1.1 Das tayloristische Muster betrieblicher Rationalisierung**

Die von Taylor - und noch lange Jahrzehnte nach ihm - so genannte "wissenschaftliche Betriebsführung" läßt sich, wie in Übersicht 3, in drei Prinzipien zusammenfassen:

### Übersicht 3: Taylor's Prinzipien der "wissenschaftlichen Betriebsführung"

1. Vereinfachung durch Arbeitsteilung  
(möglichst nur eine Verrichtung je Arbeitskraft)
2. Vereinheitlichung und Verwissenschaftlichung  
(das Handlungswissen der Arbeitenden in Regeln, Gesetze und Formeln fassen)
3. Trennung von Planung und Ausführung  
(zentrale Planung und detaillierte Vorgabe der Arbeitsausführung)

Rationalisierungsmaßnahmen, die dem Taylor'schen Grundmuster folgten, haben die industrielle Entwicklung in vielen Branchen und Ländern bis heute maßgeblich bestimmt. Sie waren vor allem überall dort außerordentlich erfolgreich, wo:

- o es einerseits darum ging, die massenhafte Produktion standardisierter Güter (Güter mit extrem hoher Wiederholhäufigkeit und/oder Produktlebensdauer) so effizient und kostengünstig wie möglich zu organisieren;
- o andererseits qualifizierte Arbeitskraft knapp war, jedoch ein reichliches Angebot an ungelernten, wenig anspruchsvollen, aber leistungswilligen und motivierbaren Arbeitskräften existierte.

Historisch waren diese Bedingungen vor allem in Phasen beschleunigten industriellen Wachstums gegeben: Weil sich in solchen Phasen die expandierende Nachfrage (Konsum oder Rüstung) vor allem auf typische Massenprodukte richtet und weil die schnell mobilisierbaren zusätzlichen Arbeitskräfte in aller Regel Ungelernte sind.

*Die auf tayloristischen Prinzipien fußenden Produktionsverfahren und Organisationskonzepte sind aus der modernen Industrie kaum mehr wegzudenken. Sie*

*reichen von einer auf Produktstandardisierung zielenden Konstruktionsweise über alle denkbaren Formen von Fließfertigung und die Auslagerung möglichst vieler vorbereitender und unterstützender Aufgaben aus der unmittelbaren Fertigung bis zu einer Arbeitsgestaltung, die maximale Routinisierung aller Verrichtungen bezweckt.*

**Zentrale Merkmale moderner Betriebsorganisation** sind unmittelbarer Ausdruck der von Taylor formulierten Prinzipien. Dies gilt insbesondere für die organisatorische Ausgliederung zentraler Funktionen aus der unmittelbaren Fertigung und ihre Zusammenfassung zu jeweils spezialisierten technischen Büros oder technischen Diensten: Arbeitsvorbereitung und Produktionsplanung; Fertigungssteuerung; Reparatur und Instandhaltung; Qualitätssicherung; Betriebsmittelbereitstellung u.ä. Diese fertigungsbezogenen funktionalen Dienststellen haben in den vergangenen Jahrzehnten in der großen Mehrzahl der Industriebetriebe kontinuierlich an personellem Gewicht und betriebspolitischem Einfluß gewonnen; die in ihnen beschäftigten "indirekt produktiven" Arbeiter und Angestellten sind heute vielfach schon zahlreicher als die "direkt produktiven" Beschäftigten. Eng mit der wachsenden Bedeutung dieser technischen Büros und Dienste verbunden war im übrigen zu meist auch ein erheblicher Funktionsverlust der unmittelbaren Arbeitsvorgesetzten, Vorarbeiter, Meister und Abteilungsleiter, zu deren Kompetenz bei traditioneller Werkstättenorganisation ja auch die meisten der seither ausgelagerten Funktionen gehörten.

Zugleich erwies sich eine dem tayloristischen Muster gehorchende Rationalisierung als wichtige, oftmals entscheidende **Voraussetzung für fortschreitende Mechanisierung und Automatisierung**: Sehr häufig konnte erst eine nach tayloristischen Prinzipien zergliederte, nach "wissenschaftlichen" Gesichtspunkten durchgeplante und damit tendenziell von allen Unbestimmtheiten und Unvorhersehbarkeiten bereinigte Arbeitsverrichtung mit akzeptablem Aufwand und hoher Zuverlässigkeit mechanisiert werden. Demzufolge ist in großen Teilen der modernen Industrie auch die Konstruktion von Maschinen und anderen Produktionsmitteln ganz selbstverständlich auf Arbeitsformen und Muster der Arbeits-(und Betriebs-)Organisation zugeschnitten, die tayloristischen Prinzipien entsprechen.

Endlich haben sich inzwischen in den meisten Industrienationen **hochgradig institutionalisierte, betriebsübergreifende Formen beruflicher Arbeitsteilung** mit klaren Status- und Kompetenzzuweisungen durchgesetzt, in denen sich die typischen Wirkungen tayloristischer Rationalisierung mit ihrer ausgeprägten, gleichzeitig fachlichen, hierarchischen und funktionalen Arbeitsteilung unverkennbar niederschlagen. Dies gilt vor allem für die Arbeitsteilung zwischen Arbeitern und technischem Personal, innerhalb des technischen Personals wiederum zwischen Ingenieuren und sonstigen technischen Angestellten, zwischen Fachkräften und Angelernten usf.

Auch der bisherige **Einsatz elektronischer Datenverarbeitung zur Automatisierung oder Unterstützung von Planungs- und Steuerungsaufgaben** in der industriellen Fertigung folgte ganz überwiegend, in vielen Bereichen sogar ausschließlich, der tayloristischen Logik: Die Informationstechnik diene vor allem dazu, die Transparenz von Arbeits- und Produktionsabläufen zu erhöhen und sie damit besser planbar, steuerbar und kontrollierbar zu machen. In aller Regel wurde und wird deshalb Datenverarbeitung "bürobasiert", d.h. so eingesetzt, daß die Daten aus der Fertigung möglichst automatisch in die technischen Büros transportiert und dort verarbeitet werden und allenfalls in Form von Steuerungsbefehlen in die Fertigung zurückfließen.

Typische Produkte der Nutzung elektronischer Datenverarbeitung in einer tayloristischen Rationalisierungsstrategie sind: CAD/CAM-Systeme, bei denen Detailkonstruktion und Arbeitsvorbereitung die Programme für die Maschinensteuerung erstellen und alle Einzelheiten des Arbeitsablaufs rechnergestützt der Fertigung vorgeben, oder zentralistisch-deterministische PPS-Systeme, die sogar die Abfolge der einzelnen Aufträge an jeder Maschine vorschreiben zusammen mit ergänzenden Systemen automatischer On-line-Betriebsdatenerfassung, die in jedem Augenblick den Betriebszustand jeder Maschine und jedes Anlagenteils (und damit oft auch das Verhalten jedes Arbeiters) registrieren und abbilden.

*In neuerer Zeit mehren sich freilich die Hinweise auf Grenzen und Schwächen der tayloristischen Rationalisierungslogik, die zu einer Reorientierung betrieblicher Rationalisierung Anlaß geben könnten.*

Mit abnehmender Wiederholhäufigkeit und sinkendem Lebenszyklus der Produkte **steigt der stückbezogene Aufwand** für eine umfassende und detaillierte **Vorplanung** aller **Arbeits- und Produktionsabläufe** (der bei Massenfertigung mit geringen Produktinnovationen erträglich, wenn nicht sogar vernachlässigbar gering ist) **steil an und wird über kurz oder lang prohibitiv**.

Eine stark tayloristisch geprägte Arbeits- und Betriebsorganisation ist **wenig innovationsfreundlich** und läßt nur geringe Spielräume für flexibles Reagieren auf unvorhergesehene Variationen von Marktanforderungen und anderen externen Bedingungen.

**Komplexe Erzeugnisse hoher Qualität**, die nur in kleinen Serien gefertigt werden und bei deren Produktion auch bisher tayloristische Rationalisierungsstrategien kaum zum Zuge kamen, **gewinnen** auf dem Hintergrund erhöhter Kundenansprüche einerseits und verschärfter Weltmarktkonkurrenz andererseits in der Produktpalette von Hochlohnländern **immer größere Bedeutung**.

Auch zeigt sich, daß **die "systemischen" Strukturen**, die durch die Ausbreitung und zunehmende Vernetzung rechnergestützter Informationssysteme entstanden sind, mit den Konzepten tayloristischer, zentralistischer, strikt arbeitsteiliger und auf a-priorische Planung abgestellter Rationalisierung **nicht mehr vollständig beherrscht, störungsfrei gehalten und schnell an neue Bedingungen und Anforderungen angepaßt werden können**.

## 1.2 Alternative Rationalisierungsstrategien

In dieser Situation scheinen heute viele Betriebe vor einer Entscheidung zu stehen, die für den Einsatz von Expertensystemen und die hiermit verbundenen qualifikatorischen Wirkungen von sehr hoher Bedeutung ist:

- o Müssen sie, um die Schwächen der durch die bisherige Rationalisierung geschaffenen Strukturen zu überwinden, in wesentlichen Teilen von den Taylor'schen Prinzipien abrücken? Müssen sie die aus ihnen folgende fachliche, hierarchische und funktionale Arbeitsteilung zumindest ein gutes Stück weit zurücknehmen und, alte handwerkliche Traditionen auf höherem technischen Niveau wieder aufnehmend, erneut und weit mehr

als bisher auf die Kompetenz und Eigenverantwortung eines qualifizierten Fertigungspersonals setzen?

- o Oder können sie, ohne an die in jahrzehntelanger Entwicklung entstandenen arbeitsteiligen Organisations- (und die hierauf gründenden betrieblichen Macht-)Strukturen zu rühren, die tayloristische Rationalisierung heute gezogenen Grenzen durch technische Innovationen durchbrechen? Können sie auf technischem Wege substantiell erhöhte Flexibilität und Anpassungsfähigkeit aller wesentlichen betrieblichen Abläufe sicherstellen, ohne ihre Transparenz und Kontrollierbarkeit zu beeinträchtigen und ohne ihre zentrale Planung und Steuerung zu gefährden?

In der fachwissenschaftlichen Diskussion ist sehr umstritten, welche der beiden damit bezeichneten strategischen Optionen - Abkehr von tayloristischen Strukturen oder Stabilisierung eines "rechnergestützten Neotaylorismus" - sich durchsetzen wird. Die Vertreter der einen und der anderen Position können jeweils auf gute Argumente verweisen:

**Mit der Abkehr von tayloristischen Prinzipien** sind offenkundig - insbesondere in einer turbulenten, Innovation und schnelles Reagieren erfordernden wirtschaftlichen Umwelt - deutliche Vorteile im Sinne gesteigerter technischer und organisatorischer Effizienz mit entsprechenden Auswirkungen auf die Rentabilität erreichbar. Dies belegt etwa die seit einem Jahrzehnt zunehmend an Mächtigkeit gewinnende Tendenz, innerhalb von Großunternehmen kleine, überschaubare und weitgehend selbstverantwortliche organisatorische Einheiten zu bilden, deren Leistung lediglich am Ergebnis gemessen wird: Profit-Centers auf unternehmensorganisatorischer Ebene oder Fertigungsinseln bzw. vergleichbare werkstattähnliche Strukturen auf der Ebene der Fertigungsorganisation. Im gleichen Sinne ist die große Beachtung zu deuten, die Kern und Schumann in einflußreichen Kreisen des industriellen Managements mit ihrer 1984 veröffentlichten (innerwissenschaftlich sehr umstrittenen) These vom "Ende der Arbeitsteilung" und den "Neuen Produktionskonzepten" fanden. Auch die seit einigen Jahren weit verbreitete positive Einschätzung der Zukunftschancen von Kleinbetrieben wird nicht zuletzt damit begründet, daß sich ihre Organisationsform deutlich vom Taylor'schen (ja ganz auf den Großbetrieb abgestellten) Modell unterscheidet. Endlich ist anzuführen, daß in der fertigungstechnischen Entwicklung, die lange Zeit

hindurch sehr stark von Taylor'schen Prinzipien geprägt war, neuerdings werkstattoffene Konzepte zunehmend an Bedeutung gewinnen, die eindeutig auf weniger arbeitsteilige Verhältnisse mit qualifiziertem Werkstattpersonal zugeschnitten sind.

Dem stehen nun freilich als **Argumente für die Zukunftschancen eines rechnergestützten Neotaylorismus** gegenüber, daß:

- o nach wie vor mächtige Kräfte und Tendenzen auf eine Aufrechterhaltung der überkommenen tayloristischen, arbeitsteiligen und zentralistischen Strukturen hinwirken, so daß diese in vielen Fällen einfach deshalb überleben, weil Aufwand und Risiko einer Umorganisation zu groß erscheinen;
- o für alternative, weniger arbeitsteilige Formen von Arbeits- und Betriebsorganisation vielfach noch erprobte Modelle und bewährte, marktgängige fertigungs- und informationstechnische Systeme und Komponenten fehlen;
- o "neue Produktionskonzepte" im Sinne von Kern und Schumann, "anthropozentrische" Formen von Technikeinsatz und Arbeitsorganisation im Sinne von Brödner nur bei ausreichender Verfügbarkeit qualifizierter Arbeitskräfte vom Typ des deutschen Industriefacharbeiters realisierbar sind, in vielen Industrienationen derartige Arbeitskräfte jedoch sehr knapp (wenn überhaupt existent) sind.

*Die Annahme erscheint realistisch, daß in absehbarer Zeit die rationalisierungsstrategische Entwicklung nicht eindeutig in die eine oder in die andere Richtung verlaufen wird, daß vielmehr organisatorische und ihnen entsprechende fertigungs- und informationstechnische Konzepte neotayloristischer und nicht-tayloristischer Art in unterschiedlichen Konstellationen miteinander konkurrieren werden.*

Hierbei wird dem Einsatz von Expertensystemen möglicherweise eine sehr große Bedeutung zukommen.

### 1.3 Die mögliche Rolle von Expertensystemen

**In allen heute anzutreffenden oder realistisch zu erwartenden Konzepten neotayloristischer Rationalisierung spielen Expertensysteme (und vergleichbare Anwendungen von KI-Forschung) eine Schlüsselrolle.** Von ihnen wird der Durchbruch zur Überwindung der Schwächen erwartet, unter denen eine zentralistische und arbeitsteilige Organisation auch bei massivem Einsatz konventioneller Datenverarbeitung leidet: Mit Expertensystemen soll es möglich werden, gleichzeitig den Planungsaufwand zu reduzieren bzw. die Planungszeit zu verkürzen und die selbst bei sehr detaillierter Durchplanung verbleibenden Unsicherheiten und Unbestimmtheiten beherrschbar zu machen (die um so größeres Gewicht erhalten, je instabiler die Umweltbedingungen sind). Mit ihrer Hilfe soll demzufolge die heute in vielen Fällen noch bestehende und sich mit steigenden Flexibilitätsanforderungen oft sehr nachdrücklich verschärfende Abhängigkeit von qualifizierten Arbeitskräften vor Ort überwunden werden, die bisher allein in der Lage sind, auf unvorhergesehene Ereignisse richtig zu reagieren, Störungen unverzüglich zu diagnostizieren und zu beheben und - unvermeidliche - Ungenauigkeiten und Unschärfen bei Planung und Programmierung improvisierend auszugleichen.

*Hier stehen "experten-ersetzende" Ziele der Anwendung von Expertensystemen eindeutig im Vordergrund.*

Expertensysteme haben in diesem Zusammenhang, als zentrale Komponente einer rechnergestützten tayloristischen Rationalisierungsstrategie, zwei komplementäre Funktionen zu übernehmen:

- o Sie sollen einerseits die knappen und schwer kontrollierbaren "Experten" vor Ort (qualifizierte Arbeitskräfte vom Typ des Einstellers, Maschinenführers, Instandhaltungsfacharbeiters u.ä.) soweit möglich ersetzen;
- o sie sollen andererseits die Kompetenz, die sich bisher dem Zugriff zentralistischer Planung entzog, in eine Form überführen, die sich in produktionsvorbereitende, -betreuende und -kontrollierende technischen Büros verlagern läßt.

"Ersetzen" von Experten braucht dabei keineswegs volle Automatisierung der bisherigen Aufgaben qualifizierten Personals bedeuten, wenngleich das



Fernziel der mannlosen Fabrik in der einschlägigen Diskussion sehr wohl präsent ist. In sehr vielen Fällen gilt das Ziel eines expertenersetzenden Einsatzes entsprechender Systeme schon dann erreicht, wenn sich die Anforderungen an die Kompetenz der Arbeitskräfte deutlich vermindern, also z.B. statt Fachkräften ohne nennenswerte Minderung von Effizienz und Wirtschaftlichkeit Angelernte beschäftigt werden können.

Insoweit dies gelingt, gibt es dann auch keinen Grund mehr, von den überkommenen Formen hierarchischer und funktionaler Arbeitsteilung abzugehen und, wie von den "anthropozentrischen Produktionskonzepten" postuliert, Verantwortung und Entscheidungshoheit, Planungs- und Steuerungskompetenz wieder in die Fertigung, auf die Ebene ausführender Arbeit, zurückzuverlagern. Zugleich wird freilich der Erfolg neotayloristischer Rationalisierung in hohem Maße davon abhängig, daß Expertensysteme tatsächlich - heute oder in absehbarer Zukunft - in der Lage sind, diese von ihnen erwartete Leistung, Experten vor Ort zu ersetzen, tatsächlich erbringen können.

**Anders ist die Rolle von Expertensystemen im Rahmen von Rationalisierungskonzepten einzuschätzen, die sich explizit von den tayloristischen Prinzipien unterscheiden und auf zumindest partiell autonome, kompetente und selbstverantwortliche Fertigungsbelegschaften setzen. Auch hier können Expertensysteme eine wichtige Rolle spielen. Sie werden allerdings nicht den zentralen, über Erfolg oder Mißerfolg entscheidenden Charakter haben, wie dies im Rahmen von neotayloristischen Konzepten der Fall ist.**

*Von Expertensystemen werden in diesem Zusammenhang vor allem Effekte erwartet, die man als "experten-unterstützend" bezeichnen kann.*

Zwei Funktionen dürften hier im Vordergrund stehen:

- o Einmal wird es darum gehen, den Fachkräften Diagnose-, Planungs- und Entscheidungshilfen zur Verfügung zu stellen, dank derer sie besser als mit herkömmlichen Hilfsmitteln in der Lage sind, ihren Verantwortungsbereich zu beherrschen und in den gesamten betrieblichen Informationsfluß und Fertigungsablauf einzugliedern;

- o zum anderen gibt es Überlegungen und Experimente mit dem Ziel, Expertensysteme zu nutzen, um die Qualifikationsdefizite zu überwinden, an denen derartige dezentrale und weniger arbeitsteilige Formen von Betriebs- und Arbeitsorganisation zu scheitern drohen: sei es, indem solche Systeme den einzelnen Arbeitskräften helfen, gezielt spezielle Kenntnislücken zu überwinden; sei es, indem - statt einer aufwendigen, mehr oder minder langen beruflichen Qualifizierung - für alle Arbeitskräfte jederzeit abrufbares Wissen über wichtige Sachverhalte und Zusammenhänge bereitgestellt wird.

*"Experten-ersetzende" und "experten-unterstützende" Einsatzziele und -formen von Expertensystemen werden in der betrieblichen Praxis mit hoher Wahrscheinlichkeit sehr verschiedene Auswirkungen haben. Sie bezeichnen damit eine erste Dimension, entlang derer der potentielle Wirkungsraum der Einführung von Expertensystemen in der industriellen Fertigung und den fertigungsnahen technischen Diensten vermessen werden kann.*

## **2. Qualifikation und Qualifizierung industrieller Fachkräfte**

Die Frage, was die Qualifikation industrieller Fachkräfte ausmacht und wie diese erzeugt bzw. erworben wird, besitzt im Zusammenhang mit der hier vorgelegten Argumentation zentrale Bedeutung: Um ex ante und ohne unmittelbar einschlägige empirische Befunde abschätzen zu können, welche qualifikatorischen Folgen, welche qualifikatorischen Risiken für die Beschäftigten und die Beschäftigten, aber auch welche qualifikationsbezogenen Verwendungs- und Gestaltungspotentiale mit der neuen "wissensbasierten" Software-Technik verbunden sein kann, erscheinen klare Antworten unerlässlich. Sie zu geben, ist allerdings nicht ganz einfach.

### **2.1 Widersprüchliche Vorstellungen von Qualifikation und Qualifizierung**

*Nimmt man die Grundlagen der KI-Forschung - aber auch die mit vielen Anwendungen von Expertensystemen verknüpften Erwartungen - ernst, so verbirgt sich hinter dem Begriff des "Experten" eine zwar implizite, aber doch sehr konturierte Theorie von Qualifikation:*

*Der Experte unterscheidet sich in dieser Perspektive vom Nicht-Experten in erster Linie durch den Besitz bestimmter Wissensbestände und erprobter Regeln zu ihrer schlußfolgernden Verknüpfung und Bearbeitung. Dies schließt sicherlich nicht aus, daß qualifizierte Experten auch zusätzliche Eigenschaften - die man dann mit mehr oder minder vagen Begriffen wie "Kreativität" bezeichnet - haben sollten. Doch wird in aller Regel davon ausgegangen, daß der Aufbau von Expertentum in erster Linie durch Aneignung solcher Wissensbestände und auf sie bezogener Verknüpfungsregeln erfolgt. Deshalb müßte es dann auch intelligenten "Wissens-Ingenieuren" möglich sein, diese zentralen Bestandteile von Qualifikation aus einem Experten gewissermaßen wieder herauszuholen und in einem geeigneten Softwareprogramm zu reproduzieren.*

*Dem steht nun freilich gegenüber, daß sowohl im betrieblichen Alltag wie in der Praxis beruflicher Ausbildung die Fähigkeiten und Kompetenzen technisch-gewerblicher Fachkräfte mit Begriffen bezeichnet werden, die auf eine grundlegend andere Struktur von Qualifikation verweisen, eine Struktur, die ausgesprochen ganzheitlichen Charakter trägt und sich offensichtlich nicht auf isolierte und isolierbare Kompetenzen reduzieren läßt.*

Im Zentrum stehen hier vor allem die Begriffe von "Beruf" und "Beruflichkeit". Fachkraft ist, wer einen bestimmten Beruf gelernt hat und deshalb fähig ist, in einem bestimmten - eben durch diesen Beruf definierten - Aufgabenfeld selbständig und lediglich gemäß allgemeinen Anweisungen tätig zu sein. Deshalb werden auch von einer qualifizierten Fachkraft ganz selbstverständlich nicht nur "Kenntnisse" verlangt, sondern auch "Fertigkeiten" vielfältiger Art. Ihre Qualifikation mißt sich nicht nur an dem, was sie "**wissen**", sondern sogar in erster Linie an dem, was sie "**können**", womit nicht nur kognitive Fähigkeiten, sondern Handlungskompetenzen bezeichnet werden. Bei der Formulierung von Ausbildungsplänen spielt eine entscheidende Rolle, ob ein bestimmtes Fachgebiet, die Behandlung eines bestimmten Materials, ein bestimmtes Bearbeitungsverfahren usf. lediglich zu "kennen" oder aber zu "beherrschen" sind; letzteres bedeutet nicht bloß, daß man die einschlägigen Fakten (und die Gesetzmäßigkeiten und Regeln ihrer logischen Zusammenführung) gelernt hat, sondern auch, daß deren Umsetzung in konkrete, situationsangepaßte Handlungssequenzen zuverlässig eingeübt wurden, "in Fleisch und Blut übergegangen" sind.

**Dieser Widerspruch zwischen zwei Vorstellungen von Qualifikation lässt zwei Deutungen zu:**

- o **Entweder** ist die eben angeführte **ganzheitliche Vorstellung beruflicher Qualifikation** und Qualifizierung im Sinne einer umfassenden, nicht beliebig in Einzelkomponenten zerlegbaren und aus ihnen wieder aufzubauenden Handlungskompetenz **nichts anderes als ein Relikt vor- und frühindustrieller Epochen**, dessen Wert allenfalls noch in seinem Ideologiegehalt, nicht aber in seinem Realitätsbezug liegt;
- o **oder das implizite Konzept von Expertentum und Qualifikation, das den Anwendungen von künstlicher Intelligenz zugrunde liegt, ist extrem vereinseitigt und verkürzt**, orientiert sich ausschließlich an bestimmten Formen schulischen bzw. akademischen Lernens und Wissens und ist demzufolge nicht in der Lage, zentrale Merkmale und Momente dessen zu erfassen, was die Qualifikation industrieller Fachkräfte ausmacht.

Eine Entscheidung für die eine oder andere Deutung scheint auf den ersten Blick kaum möglich, weil die einschlägigen Disziplinen - insbesondere Berufspädagogik, Arbeitspsychologie, Arbeitssoziologie und partiell Betriebswirtschaftslehre - bisher Qualifikation und Qualifizierung, vor allem im Fall technisch-gewerblicher Fachkräfte, ganz überwiegend nur in deskriptiv-klassifikatorischer Perspektive und zumeist in einer sehr praxisbezogenen Orientierung behandelt haben. Theoretisch begründete und empirisch erprobte Konzepte zur Analyse der Besonderheit industrieller Qualifikationen und der zu ihrer Erzeugung dienenden Prozesse - z.B. im Unterschied zur bloßer Anlernung am Arbeitsplatz oder zu stärker wissenschaftsbezogenem schulischem oder akademischem Lernen - existieren allenfalls in ersten, durchaus provisorischen Ansätzen. Und die theoretischen Defizite und Forschungslücken sind alles in allem am größten im Hinblick auf jene Sachverhalte, Aspekte und Dimensionen von Qualifikationen, die am wenigsten mit dem impliziten Qualifikationskonzept von Expertensystemen vereinbar sind.

## 2.2 Argumente für die Fehleinschätzung industrieller Qualifikation in der KI-Forschung und Expertensystem-Entwicklung

Doch lassen sich recht starke Argumente für die Vermutung anführen, daß KI-Forschung und Expertensystem-Entwickler zentrale Elemente von Qualifikation und Qualifizierung industrieller Fachkräfte und wesentliche Funktionen ihres Einsatzes in der industriellen Produktion grundlegend verkennen. Drei dieser Argumente, die einander wechselseitig stützen und bekräftigen, seien hier benannt:

*(1) Es erscheint - als erstes Argument - hochgradig unwahrscheinlich, daß es den technisch geprägten Disziplinen der KI-Forschung und Informatik im Zuge der Entwicklung einer neuen Software-Technik - gewissermaßen auf beiläufige Weise - gelungen sein sollte, eine einigermaßen zureichende Theorie für einen Sachverhalt zu formulieren, mit dem ihre Vertreter sich bislang kaum einmal systematisch beschäftigt haben -, während mehrere Fachrichtungen, die auf eine jahrzehntelange Tradition einschlägiger Forschung verweisen können, hierzu bislang nicht imstande waren.*

Zumindest das, was Juristen den "Beweis des ersten Augenscheins" nennen, spricht also dagegen, daß Expertensysteme den Kernbestand der Qualifikation industrieller Fachkräfte abbilden könnten. Dies schließt natürlich keineswegs aus, daß im Laufe der Zeit durch Versuch und Irrtum Ergebnisse erzielt werden, mit deren Hilfe bestimmte Leistungen industrieller Fachkräfte auf einigermaßen befriedigende Weise simuliert werden können. Ob und inwieweit dies der Fall ist und welche Nebenfolgen mit dem praktischen Einsatz solcher Systemvarianten verbunden sind, wird sich freilich auch erst wieder ex post, d.h. also in einem langwierigen und risikoreichen Verfahren, feststellen lassen.

*(2) Ein weiteres Argument wird von zahlreichen - insbesondere industrie- und arbeitssoziologischen - Untersuchungsbefunden über die Tätigkeit industrieller Fachkräfte und deren Besonderheiten im Vergleich zur Tätigkeit von Hilfskräften mit mehr oder minder langer Anlernzeit geliefert.*

*Diese Befunde ergeben ein zwar auf den ersten Blick vielleicht etwas verwirrendes, aber bei näherer Betrachtung sehr eindeutiges Bild:*

- o Einerseits liegen dem Arbeitseinsatz der Betriebe und insbesondere den Entscheidungen darüber, welche Arbeitsplätze unbedingt oder vorrangig mit Fachkräften zu besetzen sind, offensichtlich recht klare Vorstellungen darüber zugrunde, welche Fähigkeiten und Leistungen man mit Sicherheit von Fachkräften - vor allem: im Gegensatz zu Un- oder Angelernten - erwarten kann;
- o andererseits fällt es jedoch den zuständigen Instanzen - Personalwesen, Arbeitsvorbereitung oder Vorgesetzte in der Fertigung - zumeist ausgesprochen schwer, diese Vorstellungen in formalisierte Kriterien zu übersetzen.

Fragt man die Verantwortlichen, warum diese oder jene Aufgabe einem Facharbeiter übertragen ist, warum in scheinbar strikt durchgeplanten Fertigungsabläufen doch ein bestimmter Prozentsatz von Facharbeitern beschäftigt wird und warum das Personal bestimmter Abteilungen einen weit überdurchschnittlichen Anteil an Fachkräften aufweist, so wird regelmäßig zunächst einmal darauf verwiesen, dieses sei doch evident: "Sie (die Fachkräfte) wissen sich zu helfen, wenn einmal etwas Unvorhergesehenes auftritt"; "ein Facharbeiter weiß eben, auf was es ankommt"; "bei Fachkräften kann man sich darauf verlassen, daß sie das Richtige tun"; "der Facharbeiter kommt auch mit Neuem (neue Maschinen, neue Verfahren u.ä.) allein zurecht".

In die gleiche Richtung weist auch die Tatsache, daß die meisten Verfahren der Arbeitsanalyse und der analytischen Arbeitsbewertung kaum in der Lage sind, den Unterschied zwischen den Tätigkeiten von Fachkräften und von anderen Arbeitskräften eindeutig zu spezifizieren und zu messen; im Regelfalle begnügt man sich damit, die Mindestdauer notwendiger Ausbildung und Erfahrung anzugeben, um zwischen Tätigkeiten der einen und der anderen Art zu diskriminieren.

*Der Zustand, daß man zwar in der Praxis recht genau weiß, wozu man Fachkräfte braucht, dies jedoch allenfalls mit vagen Formulierungen und Beschreibungen begründen kann, ist in der Industrie so weit verbreitet, daß er schwerlich einfach auf die Unfähigkeit der für Arbeitseinsatz und Qualifikationsbewertung zuständigen betrieblichen Stellen zurückgeführt werden könnte. Viel plausibler ist*

es, anzunehmen, daß sich genau in der Schwierigkeit formalisierter Beschreibung eben auch ein zentraler Aspekt der Qualifikation industrieller Fachkräfte ausdrückt:

*Der Expertenstatus industrieller Fachkräfte, das Besondere, das sie von un- oder angelernten Hilfskräften unterscheidet, wäre demzufolge gerade ihre Fähigkeit, mit Unvorhergesehenem zu Rande zu kommen, mit Unbestimmtheiten umzugehen, die sich jeder vorausschauenden Planung entziehen, schnell auch neuartige Situationen richtig einzuschätzen und mit recht hoher Wahrscheinlichkeit richtige Entscheidungen selbst dann zu treffen, wenn nur unvollständige und unklare Informationen vorliegen.*

*Insofern scheint eine weitgehende Komplementarität zwischen formalisierter, der Algorithmisierung zugänglicher Planung und Steuerung betrieblicher Prozesse auf der einen Seite und der zentralen Kompetenz industrieller Fachkräfte auf der anderen Seite zu bestehen: **Diese müssen und können genau dort einspringen, wo formalisierte Planung und Steuerung auf ihre Grenzen stoßen.** Daß für diese Kompetenz formalisierte Wissensbestände und die Kenntnis von Regeln und Gesetzmäßigkeiten unverzichtbar sind, steht außer Frage; das Besondere der Qualifikation industrieller Fachkräfte scheint jedoch genau darin zu bestehen, wie sie - experimentierend, durch intuitive Analogien schließend, komplexe Vorerfahrungen mobilisierend - mit diesen formalisierten oder prinzipiell formalisierbaren Wissensbeständen umgehen, sie anwenden und in der Anwendung immer wieder überprüfen, erneuern und erweitern können.*

(3) Ein drittes Argument wird von den gleichfalls zahlreichen **Untersuchungsbefunden über Voraussetzungen und Bedingungen** geliefert, die dem **Erwerb und der Weiterentwicklung von Qualifikationen** der hier besprochenen Art **zuträglich oder hinderlich** sind. Sie verweisen nahezu durchgängig darauf, daß hier additiver Erwerb von formalisierten Wissensbeständen oder einzelnen Schlußfolgerungsregeln eine zwar sicherlich notwendige, aber doch keineswegs hinreichende Rolle spielt:

*Wenngleich in aller Regel die Qualifizierung industrieller Fachkräfte auf einer strukturierten und organisierten Erstausbildung (und vielfach auch Fort- und Weiterbildung) fußt, scheint doch die praktische Übung der gelernten Kenntnisse und Fertigkeiten eine unverzichtbare Voraussetzung für ihre Kompetenz und de-*



*ren ständige Weiterentwicklung darzustellen. "Berufserfahrung" bezeichnet in diesem Zusammenhang keineswegs nur Trainingseffekte im engeren Sinne; die Bedeutung von Berufserfahrung liegt vielmehr offenkundig vor allem in der Vielfalt der erlebten unterschiedlicher Aufgaben und Situationen, in denen das theoretisch und praktisch Gelernte anzuwenden war, und in der Ansammlung von jeweils situationsspezifisch erprobten, aber unter bestimmten Bedingungen auch auf andere Situationen übertragbaren praktischen Problemlösungen. Deshalb sind auch Arbeitssituationen, in denen vielfältige und immer wieder neue Aufgaben zu bearbeiten sind, für die Aufrechterhaltung und Weiterentwicklung der Qualifikationen industrieller Fachkräfte von entscheidender Bedeutung, während umgekehrt stark routinisierte und schematische Verrichtungen im Laufe der Zeit zu Verschleiß und Verfall von beruflichen Kompetenzen führen. Eine zentrale Rolle spielt hierbei offensichtlich die Problemhaltigkeit der Arbeitsverrichtungen, die tendenziell mit dem Grad der Durchplanung der Arbeitsabläufe sinkt.*

Die Möglichkeit, im Arbeitsprozeß abgewandelte oder ganz neue Problemlösungen zu entwickeln und zu versuchen (was auch die Zulässigkeit von Fehlern einschließt), ist vor allem für die Erneuerung und Erweiterung der Qualifikation bedeutungsvoll: In aller Regel verläßt sich der Betrieb darauf, daß seine Fachkräfte von sich aus und meist ohne besonderen Schulungsaufwand mit der technischen Entwicklung in ihrem Einsatzfeld und Aufgabenbereich Schritt halten und sich neue Wissensbestände, neue Handlungsrouninen und neue Handlungsprinzipien aneignen (während bei anderen Arbeitskräften jede Veränderung in den Arbeitsmitteln und den Arbeitsverfahren eine erneute Einweisung und Anlernung notwendig macht). Lernen ist hier zumeist unmittelbar mit konkretem Arbeitshandeln verbunden, und zwar auf zweifache Weise: Einmal wird erst an praktischen Aufgaben, im Zusammenhang mit einem konkreten geplanten Handlungsvollzug, definierbar, was an neuem Wissen benötigt wird; zum anderen ist Handeln - durchaus in Übereinstimmung mit dem alten Sprichwort: "Probieren geht über Studieren" - sicherlich nicht das einzige, aber doch ein wesentliches Medium des Wissenserwerbs.

Nicht zuletzt wegen dieses engen Handlungsbezugs von Wissenserwerb spricht vieles dafür, daß die Prozesse der Erneuerung und Ausweitung von Qualifikation in hohem Maße sozial-kommunikativen Charakter tragen:



Neues Wissen wird im Gespräch mit Vorgesetzten, Arbeitskollegen oder externen "Experten", wie beispielsweise den Monteuren des Herstellers einer neuen Maschine oder Anlage, fallbezogen (und eben nicht an sich und als solches) angeeignet oder weitergegeben. Bei schwierigen und/oder neuartigen Aufgaben werden nach Bedarf andere Fachkräfte, die hier schon mehr Erfahrungen haben, um Rat gefragt; Zuschauen und Nachmachen sind nicht nur bei Lehrlingen, sondern auch bei erwachsenen Fachkräften eine wichtige Form des Lernens, womit zugleich neue Fertigkeiten einübt und neue Kenntnisse generiert werden.

Befunde der eben skizzierten Art ergänzen, vervollständigen und bekräftigen auch die Schlußfolgerungen, die sich aus der Gegenüberstellung typischer Tätigkeitsmerkmale und Tätigkeitsanforderungen von Fachkräften und anderen Arbeitskräften ziehen ließen: Die Qualifikationen industrieller Fachkräfte lassen sich ganz offenkundig nicht auf einzeln angesammelte und isoliert reproduzierbare Wissensbestände reduzieren. Die unverzichtbaren Kenntnisse sind ebenso wie die wichtigsten Formen ihres Erwerbs auf praktische Anwendung und Erprobung ausgerichtet und angewiesen, da Arbeitshandeln mit mehr oder minder starkem experimentellem Charakter eben nicht bloßer Vollzug vorstrukturierter Kognitionen, sondern auch eine wesentliche Form des Lernens ist.

### **3. Risiken aus der Fehleinschätzung von Qualifikation und Qualifizierung industrieller Fachkräfte beim Einsatz von Expertensystemen**

*Aus den vermutlichen Defizienzen des impliziten Konzepts von Qualifikation und Qualifizierung, das der KI-Forschung und der Expertensystem-Entwicklung zugrunde liegt, resultiert ein zentrales qualifikationsbezogenes Risiko: Je weniger dieses implizite Konzept den Kern dessen erfaßt, was Qualifikation und Qualifizierung industrieller Fachkräfte ausmacht, desto größer ist die Gefahr, daß es beim Einsatz von Expertensystemen in der industriellen Fertigung und in den fertigungsnahen technischen Diensten zu gravierenden Fehleinschätzungen kommt. Dieses Risiko kann sich vor allem in zwei Formen manifestieren:*

*(1) Zum einen im Auftreten weitreichender und schwerwiegender nicht-intendierter und unerwarteter Neben- und Folgewirkungen;*

*(2) zum anderen in der Überschätzung der - die Qualifikation von Fachkräften ersetzenden oder sie unterstützenden - Leistungen, die von Expertensystemen erbracht werden können.*

Zwischen dem Auftreten unbeabsichtigter Folgewirkungen auf der einen Seite und der Überschätzung der Leistungsfähigkeit von Expertensystemen auf der anderen Seite besteht eine enge Beziehung: Die Leistungsfähigkeit von Expertensystemen kann insbesondere deshalb überschätzt werden, weil mit ihrem Einsatz verbundene Effekte nicht wahrgenommen bzw. negiert werden (und dann unbeabsichtigt und unerwartet auftreten); eine wichtige Folge von überzogenen Erwartungen an die Leistungsfähigkeit von Expertensystemen besteht demzufolge dann auch darin, daß Wirkungen ausgelöst werden, die mit den ursprünglichen Absichten wenig zu tun haben.

Doch geht das eine nicht im anderen auf: Unbeabsichtigte und unerwartete Wirkungen können sich auch aus dem systemischen Charakter ergeben, der für die meisten Anwendungen von Expertensystemen charakteristisch ist. Zeitlich und sachlich vermittelte und zumindest in erster Instanz nicht mit der Einführung eines Expertensystems in Verbindung zu bringende Effekte sind deshalb auch dann möglich, wenn mit dieser informationstechnischen Innovation keine unrealistischen Erwartungen verbunden waren. Auf der anderen Seite kann sich eine Überschätzung der Leistungsfähigkeit von Expertensystemen auch auf andere Weise als durch unbeabsichtigte und unerwartete Wirkungen äußern (es sei denn, man rechnet hierzu auch simples Nichtfunktionieren).

Unbeabsichtigte Nebenwirkungen und überschätzte Leistungsfähigkeit von Expertensystemen sind deshalb trotz ihrer engen Verbindung zwei Risikodimensionen, die gesondert betrachtet und behandelt werden müssen, um zu einer realistischen Einschätzung möglicher Wirkungen der Einführung von Expertensystemen auf Qualifikation und Qualifizierung industrieller Fachkräfte zu gelangen.

### **3.1 Unbeabsichtigte und unerwartete Folgewirkungen**

Jede systemische Innovation, die dazu bestimmt ist oder dazu beiträgt, ein bereits bestehendes Netz technisch-organisatorischer Beziehungen und Zu-

sammenhänge zu verändern und dichter zu knüpfen, ist mit dem Risiko belastet, Neben- und Folgewirkungen auszulösen, die im Augenblick der Innovation weder beabsichtigt noch vorauszusehen waren. Dies kann - manchmal positiv, vermutlich aber zumeist eher negativ - auch Qualifikation und Qualifizierung industrieller Fachkräfte betreffen; prinzipiell sind jedoch Folgeeffekte, die sich aus dem systemischen Charakter der Einführung von Expertensystemen ergeben, als solche weitgehend unspezifisch, können also ganz ohne qualifikatorische Bedeutung bleiben.

Wesentlich anders ist die Lage einzuschätzen, wenn sich unbeabsichtigte Neben- und Folgewirkungen der Einführung von Expertensystemen daraus ergeben, daß das Konzept von Expertentum und Qualifikation, das der KI-Forschung zugrunde liegt und auf die meisten ihrer Anwendungen ausstrahlt, zentrale Konstituanten der beruflichen Kompetenz industrieller Fachkräfte und der Prozesse ihres Erwerbs und ihrer Weiterentwicklung verkennt und negiert. Wirkungen dieser Art werden mit hoher Wahrscheinlichkeit auch sehr stark, wenn nicht sogar primär, qualifikatorischer Art sein.

In dem Maße, in dem es zu qualifikatorischen Fehleinschätzungen kommt, können mit dem Einsatz von Expertensystemen Arbeitssituationen für industrielle Fachkräfte entstehen, durch die wichtige Momente und Komponenten ihrer Qualifikation (z.B. die Fähigkeit, ein recht sicheres "Gespür" für richtiges Funktionieren der eingerichteten, gesteuerten oder betreuten Anlagen zu entwickeln, oder die Fähigkeit, in ganz anderen Situationen erprobte Lösungswege auf ein akut auftretendes Problem zu übertragen) einem schleichenden, zunächst ganz unbemerkten, aber letztlich irreversiblen Prozeß fortschreitender Erosion ausgesetzt werden: weil notwendige Informationen nicht mehr ohne weiteres zugänglich sind, weil nunmehr die Chance fehlt, einschlägige Erfahrungen zu machen, oder weil bisher ganz selbstverständliche Gelegenheiten zur Übung und Erprobung entsprechender Kompetenzen weggefallen sind. Desgleichen muß man damit rechnen, daß durch den Einsatz von Expertensystemen, durch hiermit verbundene Veränderungen bei den Mensch-Maschine- oder Mensch-System-Schnittstellen, durch einen höheren Grad an Formalisiertheit und Abstraktheit der Arbeitsanweisungen und Informationen über Betriebszustände u.ä. die vielfältigen Lernmöglichkeiten verschüttet werden, die früher in eine nur scheinbar völlig routinisierte Arbeitspraxis gewissermaßen eingelassen waren.

*Das Risiko unbeabsichtigter Auslösung von Prozessen der qualifikatorischen Erosion oder der Zerstörung von alltäglichen Lerngelegenheiten scheint, soweit heute absehbar, mit praktisch allen Formen des Einsatzes von Expertensystemen in der industriellen Fertigung und den fertigungsnahen technischen Diensten verbunden zu sein. Ihm könnte allenfalls durch explizite Vorkehrungen informationstechnischer oder arbeitsorganisatorischer Art entgegengewirkt werden.*

*Deshalb muß bei allen Überlegungen zu qualifikationsrelevanten Effekten der Einführung von Expertensystemen dieses Risiko mitbedacht werden. Allerdings spricht manches dafür, daß seine Gravität nicht bei allen Einsatzformen gleich hoch ist.*

Auf die Bedeutung von unbeabsichtigten und unerwarteten Wirkungen der Einführung von Expertensystemen wird vor allem in Kapitel III noch ausführlich einzugehen sein.

### **3.2    Überschätzte Leistungsfähigkeit von Expertensystemen**

Etwas anders muß die zweite Risikodimension behandelt werden, nämlich das Risiko einer bei der Planung und Einführung überschätzten Leistungsfähigkeit von Expertensystemen. Insofern nämlich die Überschätzung unmittelbar aus der Verkennung wesentlicher Elemente der Qualifikation industrieller Fachkräfte resultiert, sind von ihr direkte - und zwar ganz überwiegend negative - Wirkungen für die betroffenen Arbeitnehmer, ihre berufliche Kompetenz und die Chancen, diese immer wieder zu aktualisieren und zu erweitern, zu befürchten.

Das Überschätzungsrisiko ist um so ernster zu nehmen, als seine Eintrittswahrscheinlichkeit und in vielen Fällen auch seine Gravität durch den starken Einführungsdruck von Expertensystemen sehr erhöht werden. Dieser Druck ergibt sich einerseits aus den an sie geknüpften Erwartungen der Durchbrechung gegenwärtig weit verbreiteter Rationalisierungshemmnisse, andererseits aus dem Absatzinteresse und der Marktmacht der Hersteller informationstechnischer Systeme, für die sich mit der verbreiteten Einführung von Expertensystemen große Chancen der Absatzexpansion zu eröffnen scheinen.

Auch liegen überzogene Erwartungen an die Möglichkeiten, mit Hilfe von Rechner-"Intelligenz" menschliche Leistungen ersetzen oder massiv verstärken zu können, voll in einer Tendenz, die von Anfang an die Entwicklung der Informatik beeinflusst, ja zeitweise völlig bestimmt hat. Entsprechend niedrig sind dann auch bei vielen Expertensysteme-Entwicklern die Fähigkeit und Bereitschaft einzuschätzen, die dem Rechnereinsatz prinzipiell oder auch in einer bestimmten Anwendungskonstellation gezogenen Grenzen realistisch zu sehen.

Endlich handelt es sich bei den Qualifikationselementen, deren Negierung primär das Überschätzungsrisiko begründet, vor allem um Kompetenzen, die von den Fachkräften zumeist auf ganz selbstverständliche Weise in den Arbeitsprozeß eingebracht werden, wann immer Lücken und Schwachstellen formalisierter Planung auftreten. Sie sind also aus der Perspektive formalisierter Planung und Modellierung im eigentlichen Sinne des Wortes unsichtbar, gerade weil sie so alltäglichen, ja allgegenwärtigen Charakter tragen.

*Generell scheinen die Auswirkungen überschätzter Leistungsfähigkeit von Expertensystemen eng mit der bei der Einführung von Expertensystemen jeweils vorherrschenden Rationalisierungsstrategie zusammenzuhängen: Je nach dem, ob hierbei in erster Linie expertenersetzende oder expertenunterstützende Ziele verfolgt werden, sind andere Konsequenzen von übertriebenen Einschätzungen dessen, was die Systeme in der Praxis tatsächlich leisten können, zu erwarten.*

*Dieser Tatsache ist im folgenden dadurch Rechnung zu tragen, daß - ergänzend zu der durch unterschiedliche Rationalisierungsstrategien definierten Dimension - der potentielle Wirkungsraum von Expertensystemen anhand einer zweiten Dimension strukturiert wird, die sich durch den Grad der Überschätzung der praktischen Leistungsfähigkeit von Expertensystemen definiert.*

### **3.3 Zusammenfassung: Vier Grundkonstellationen im Wirkungsraum von Expertensystemen**

*Um ein einigermaßen realistisches Bild von den möglichen qualifikatorischen Wirkungen zu erhalten, die mit der Einführung von Expertensystemen in der industriellen Fertigung und den fertigungsnahen technischen Büros und Diensten*

*verbunden sein können, muß - faßt man die vorausgegangenen Überlegungen zusammen - die Ausgangssituation in zwei Dimensionen differenziert werden:*

*In einer ersten Dimension ist zu unterscheiden, ob der Einsatz von Expertensystemen im Kontext einer überwiegend von tayloristischen Prinzipien beherrschten oder einer nicht-tayloristischen Rationalisierungsstrategie erfolgt.*

Wenngleich in der Praxis viele Mischformen, Übergänge und verschiedenartige Varianten nicht-tayloristischer Rationalisierungsstrategien zu beobachten sind, scheint es doch in erster Annäherung zulässig, diese Dimension zu dichotomisieren, indem zwischen einem prinzipiell tayloristischen und einem prinzipiell nicht-tayloristischen Rationalisierungskontext unterschieden wird.

*In einer zweiten Dimension ist der Grad zu berücksichtigen, in dem bei der Anwendung von Expertensystemen deren Leistungsfähigkeit überschätzt oder richtig eingeschätzt wird.*

Wenngleich der Überschätzungsgrad definitionsgemäß eine kontinuierliche Größe darstellt (die methodisch einwandfrei allenfalls in einer mehrstufigen Skalierung abgebildet werden dürfte), scheint auch hier in erster und sehr grober Annäherung als Grundlage für die folgenden Überlegungen eine Dichotomierung zulässig, die zwischen überzogener und realistischer Einschätzung der Leistungsfähigkeit von Expertensystemen unterscheidet.

Damit läßt sich der potentielle Wirkungsraum von Expertensystemen in vier Segmente untergliedern, die jeweils einer der in Übersicht 4 definierten Grundkonstellationen entsprechen.

Übersicht 4: Grundkonstellationen beim Einsatz von Expertensystemen		
Rationalisierungs- strategie	Einschätzung der Leistungsfähigkeit	
	überschätzend	realistisch
tayloristisch	A	B
nicht-tayloristisch	C	D

Geht man vom gegenwärtigen Kenntnisstand aus, so verteilen sich die zu erwartenden Anwendungen von Expertensystemen in der industriellen Fertigung und in fertigungsnahen technischen Dienstleistungen allerdings nicht gleichmäßig auf die vier in Übersicht 4 benannten Grundkonstellationen.

Angesichts der relativen Verbreitung tayloristischer und nicht-tayloristischer Rationalisierungsstrategien und angesichts der Tatsache, daß der rationalisierungsstrategische Stellenwert von Expertensystemen bei der Dominanz tayloristischer Zielsetzungen wesentlich höher ist als dann, wenn nicht-tayloristische Orientierungen vorherrschen, ist damit zu rechnen, daß gegenwärtig und in absehbarer Zeit Planungen oder konkrete Anwendungen, die den Konstellationen A und B entsprechen, weitaus häufiger sind als solche gemäß C und D.

Da gleichzeitig starke Tendenzen auf Überschätzung der Leistungsfähigkeit von Expertensystemen drängen, dürften auch unter sonst gleichen Voraussetzungen im Anwendungsfeld von Expertensystemen die Konstellationen A und C deutlich häufiger vertreten sein als die Konstellationen B und D.

*Insgesamt ist also anzunehmen, daß sich die Anwendungshäufigkeit von Expertensystemen, legt man Übersicht 4 zugrunde, von links oben - Grundkonstellation A - nach rechts unten - Grundkonstellation D - stark vermindern wird.*

*Desgleichen darf man unterstellen, daß die zu erwartenden negativen Konsequenzen für Qualifikation und Qualifizierung der betroffenen Arbeitskräfte im gleichen Sinne variieren, von tendenziell sehr hoch bei A über mittel bis hoch bei B und C bis zu eher gering in all den Fällen, die der Grundkonstellation D entsprechen.*

Will man negativen Auswirkungen der Einführung von Expertensystemen auf die Qualifikation der Beschäftigten möglichst wirksam entgegentreten und will man dafür Sorge tragen, das die Potentiale dieser informationstechnischen Innovation möglichst ausgeschöpft werden, so besteht die Aufgabe vor allem darin, die Chancen für Anwendungen in der Grundkonstellation A zu verringern und für Anwendungen in der Grundkonstellation D zu erhöhen. Hierauf wird in den Schlußfolgerungen nochmals einzugehen sein.

Aus diesem Grunde erscheint es auch sinnvoll, nunmehr - in Kapitel II - die vier definierten Grundkonstellationen gleichgewichtig nebeneinander zu behandeln, unabhängig davon, ob die ihnen entsprechenden Anwendungen von Expertensystemen in absehbarer Zeit häufiger oder seltener sein werden. Hierzu soll jeweils ein - imaginärer - betrieblicher Anwendungsfall skizziert werden, an dem sich denkbare, mehr oder minder wahrscheinliche Wirkungsmechanismen und Wirkungen auf Qualifikation und Qualifizierung von Fachkräften, einschließlich zumindest einiger unbeabsichtigter und unerwarteter Folgewirkungen, veranschaulichen lassen.





## Kapitel II

### Vier imaginäre Fallbeispiele

Welche konkreten - beabsichtigten oder unbeabsichtigten, erwarteten oder unerwarteten - Wirkungen von der Anwendung von Expertensystemen auf Qualifikation und Qualifizierung industrieller Fachkräfte in Produktion und produktionsnahen technischen Diensten ausgehen können, läßt sich realistisch nur aufgrund einer ganzheitlichen Betrachtungsweise abschätzen, die

- o den jeweiligen betrieblichen Kontext und
- o den zeitlichen Ablauf der Innovation bis zum Erreichen eines einigermaßen stabilen "Normallaufs"

möglichst umfassend und systematisch berücksichtigt. In diesem Sinne seien nunmehr vier Fallbeispiele dargestellt, die jeweils einer der vier am Ende von Kapitel I definierten Grundkonstellationen entsprechen.

Diese Fallbeispiele sind insofern imaginär, als sie nicht auf empirischer Beobachtung der für sie jeweils charakteristischen Einführungsprozesse und Wirkungsmechanismen von Expertensystemen fußen. Sie sind aber insofern durchaus realistisch, als sie einerseits Anwendungen dieser neuen Software-Technik herausgreifen, die in der gegenwärtigen Diskussion und Entwicklungsarbeit eine wichtige Rolle spielen, andererseits weit verbreitete betriebliche Ausgangslagen annehmen und eine Verhaltenslogik der für betriebliche Innovations- und Rationalisierungsmaßnahmen verantwortlichen Personen und Instanzen unterstellen, die ihrerseits, allerdings bezogen auf andere "neue" Techniken, empirisch vielfach untersucht und beschrieben wurden.

Freilich ist in Erinnerung zu rufen, daß, wie im letzten Abschnitt von Kapitel I begründet, die Eintrittswahrscheinlichkeit dieser Fälle und die Gravität der für sie jeweils typischen Risiken für Beschäftigte und Beschäftigter stark variieren - , und zwar beides im wesentlichen in der gleichen Richtung, so daß zumindest tendenziell die Eintrittswahrscheinlichkeit um so höher, je gravierender auch das Risiko ist und umgekehrt.

Diese vier Fälle beschreiben im wesentlichen unmittelbar fertigungsbezogenen Einsatz von Expertensystemen, nicht jedoch deren Anwendung in technischen Büros (wie Detailkonstruktion oder Arbeitsplanung und Arbeitsvorbereitung), obwohl diese in den Entwicklungsplanungen und bei Pilotanwendungen eine wichtige Rolle spielen. Dies hat pragmatische Gründe, weil nämlich Innovations- und Rationalisierungsprozesse im Fertigungsbereich eine viel längere Tradition haben, deshalb auch weit detaillierter untersucht wurden und den Verfassern sehr viel vertrauter sind als gleichartige, heute zunehmend bedeutender werdende Prozesse in den technischen Büros. Der Gewinn an Realismus und Anschaulichkeit sollte die Vereinseitigung der Auswahl kompensieren, zumal Analogieschlüsse aus der Fertigung in die Büros innerhalb gleicher Grundkonstellationen sicherlich im großen Umfang zulässig sind (wohingegen vieles dafür spricht, daß die Verteilung der Anwendungen auf die vier Grundkonstellationen im Einsatzfeld technischer Angestellter anders - und günstiger - sein wird als im Tätigkeitsbereich gewerblicher Fachkräfte).

## **1. Tayloristische Rationalisierung - Überschätzte Leistungsfähigkeit von Expertensystemen**

Fall A: Störungsdiagnose bei Anlagen zur automatischen Montage elektrotechnischer Geräte

### **1.1 Die betriebliche Situation**

Der Betrieb, mittelgroßes Zweigwerk eines international tätigen Großunternehmens, ist im Rahmen der konzerninternen Arbeitsteilung mit der Montage von in sehr großen Serien hergestellten elektrotechnischen Geräten (mit

starkem Elektronikanteil) beauftragt; der Anteil der eigenen Fertigungs- und Bestückungsarbeiten ist gering; der Großteil der zu montierenden Komponenten wird montagefähig angeliefert.

In den vergangenen Jahren erlebte das Werk massive Verfahrensinnovationen, in deren Zug sukzessive die bisher in Fließfertigung manuell durchgeführten Montagevorgänge automatisiert wurden. Obwohl es sich hierbei um einen ausgesprochenen Innovationssprung handelte, ist der Automatisierungsprozeß noch nicht voll abgeschlossen, da zur gleichen Zeit die Absatz- und Produktpolitik des Konzerns zu immer höheren Anforderungen an Variantenvielfalt führte und in immer kürzeren Abständen zur Auflegung neuer Modelle zwingt, so daß immer wieder neue Anlagen installiert werden.

Das zentrale Problem des Betriebes ist demzufolge die Verfügbarkeit der automatischen Montage-Anlagen: Einerseits ist durch die Komplexität der neuesten, sehr flexiblen und relativ rasch auf neue Modelle umrüstbaren Anlagen deren Störanfälligkeit erheblich gestiegen; andererseits basierten die Wirtschaftlichkeitsberechnungen, die den Konzern zu den sehr aufwendigen Automationsvorhaben (und damit zumindest indirekt auch zur Aufrechterhaltung des Standortes) veranlaßten, auf einem hohen durchschnittlichen Auslastungsgrad, der nicht zuletzt aufgrund von Unterlagen und Zusicherungen des Herstellers angenommen worden war.

Zwar hatte das Werk Zug um Zug mit der Montageautomatisierung einen stark selektiven Personalabbau praktiziert, der vor allem angelernte Frauen betraf, so daß als Anlagenführer im allgemeinen sehr erfahrene, qualifizierte und zuverlässige Arbeitskräfte zur Verfügung stehen, die überwiegend eine mehr oder minder einschlägige, allerdings meist handwerkliche Berufsausbildung durchlaufen haben. Doch erwies sich die gleichzeitig als notwendig erachtete personelle Ausweitung der Instandhaltungsabteilung als sehr schwierig: Auch in der Standortregion des Werkes sind jüngere qualifizierte Industrie-Facharbeiter knapp; das Werk hat wegen des vergangenen starken Personalabbaus ein schlechtes Image auf dem Arbeitsmarkt; überdies bedingen Komplexität und Spezialisierungsgrad der zur Montageautomatisierung eingesetzten Technik, daß auch qualifizierte Facharbeiter eine längere, auf etwa zwei bis drei Jahre zu veranschlagende Einarbeitungszeit brauchen, bis sie wirklich mit den von ihnen zu betreuenden Anlagen voll vertraut sind.

Zugleich sind einer zu starken Erhöhung der Instandhaltungskosten (etwa durch systematische Weiterbildung der Facharbeiter oder durch vermehrte Einstellung qualifizierter Techniker) aufgrund strikter Vorgaben des Konzern-Controlling recht enge Grenzen gesetzt.

Unter diesen Umständen griff das Werk sehr gerne einen Vorschlag des Herstellers seiner Montageanlagen auf, zumindest die neuen, auf stärkere Flexibilität ausgelegten Anlagen mit einem Expertensystem zur Störungsdiagnose auszustatten, das direkt in die Anlagensteuerungen eingebaut ist. Dieses "Diagnosesystem" soll, wie sein Name sagt, der Diagnose von Anlagenstörungen und der automatischen Erstellung von Reparaturplänen dienen; es kann zur Erstellung von Ferndiagnosen direkt mit der Service-Abteilung des Anlagenherstellers verbunden und von dort abgefragt werden.

Als Ziele der Einführung dieser Expertensysteme werden von den zuständigen Stellen benannt:

- o sofortige Verfügbarkeit von Expertenwissen zur Störungsdiagnose und -reparatur an der Anlage;
- o Verkürzung störungsbedingter Stillstände;
- o Begrenzung der Instandhaltungskosten;
- o Minderung der mit Fluktuation von Instandhaltungsfachkräften verbundenen Kosten und Folgen;
- o schnellere und effizientere Nutzung des Hersteller-Services.

Die ersten Diagnosesysteme sind seit einem knappen Jahr in Betrieb; sie werden immer noch von einem "Wissensingenieur" des Anlagenherstellers betreut, da die bisher einprogrammierte Wissensbasis noch nicht alle seither eingetretenen Störfälle und Reparaturstrategien zuverlässig abdeckt.

## 1.2 Probleme für die Beschäftigten

Direkt oder indirekt qualifikationsbezogene Probleme waren mit der Einführung der Expertensysteme für zwei Arbeitskräftegruppen verbunden, die getrennt betrachtet werden sollen: einerseits die Anlagenführer, andererseits die Facharbeiter in der Werkstandhaltung.

(1) Die **Anlagenführer** sind verantwortlich für das Einrichten und die Überwachung einer computergesteuerten Montagelinie mit mehreren komplexen Montagestationen. Sie sollen bei kleineren Störungen diese selbst beseitigen, während bei größeren Störfällen die Werkstandhaltung (die übrigens auch an der Montage und dem Einfahren der Anlagen beteiligt war) eingreift.

Bei der Einführung der Diagnosesysteme wurde den Anlagenführern eine Aufgabenerweiterung mit höherer Verantwortung in Aussicht gestellt: Mit Hilfe des Expertensystems könnten sie schneller und zuverlässiger als bisher die Störungsdiagnose stellen und sicherer entscheiden, ob die Störungsbehebung noch in ihre Zuständigkeit fällt oder nicht; auch hätten sie im Dialog mit dem Expertensystem Gelegenheit, ihre Kenntnisse über die Anlage zu erhöhen.

In der Praxis muß sich ein Anlagenführer freilich darauf beschränken, Systemanfragen nach Störungssymptomen zu beantworten, die das System nicht selbst ermitteln kann (etwa: "Ist Getriebeöl verfärbt?"; "Finden sich Abrieb-Spuren?"; "Traten überhitzungstypische Gerüche auf?"). Nicht er selbst erstellt die Diagnose, sondern das System.

Das System erteilt ihm auch die Anweisung, wann und wie er selbst eine Störung beheben soll und wann die Instandhaltung zu rufen ist - eventuell sofort mit Angabe der benötigten Ersatzteile. Da jedoch die Treffsicherheit der Systemdiagnosen bisher lediglich bei etwa 70% liegt, kam es immer wieder zu Unklarheiten, die gelegentlich in längere Anlagenstillstände mit ernsthaften Reibungen und Konflikten ausarteten. Deshalb wurden die Anlagenführer neuerdings von der Arbeitsvorbereitung angewiesen, Reparaturen selbst nur dann vorzunehmen, wenn sie in maximal 15 Minuten ausgeführt werden können (z.B. die Auswechslung eines Berührungssensors). Doch löst diese Anweisung das Problem nicht, sondern verschärft es eher noch - zumindest solange sich der Anlagenführer nicht vollständig auf die Treffsicherheit des

Diagnosesystems verlassen kann. Um diese zu beurteilen, müßte er jedoch einen Einblick in den technischen Funktionszusammenhang der Anlage besitzen, den er sich bisher mangels entsprechender Schulung nicht erwerben konnte. Das Diagnosesystem selbst ist ihm hierbei keine Hilfe, da seine "Erklärungskomponente" lediglich formalisierte Fakten und Regeln oder Fehlerhypothesen liefert, aber eben kein Modell des Gesamtzusammenhangs.

Während die Anlagenführer früher (wie auch jetzt noch an älteren Anlagen) die einfacheren Reparaturen - schon um das streßerzeugende Warten auf den Instandhalter zu vermeiden - selbst erledigten, haben sie sich in neuerer Zeit angewöhnt, gänzlich die Finger von Eingriffen in die Anlage zu lassen. Wichtigster Anlaß hierfür waren zwei scharfe Verweise von Anlagenführern, die selbst eine Störung zu beheben versuchten, mit der ein mehrstündiger Anlagenstillstand verbunden war. Damit ist auch bei den Anlagenführern weitgehend das Interesse daran erloschen, sich über Konstruktions- und Funktionsprinzipien der Anlagen zu informieren, soweit dies nicht unmittelbar im Zusammenhang mit den Aufgaben des Einrichtens und der Funktionsüberwachung steht.

(2) Bei den **Instandhaltungsfacharbeitern** waren die Aufstellung und das Einfahren der neuen Anlagen, trotz der Anwesenheit von Monteuren und Technikern der Herstellerfirma, mit großer Hetze verbunden. Allerdings wurde ihnen - wohl schon um Abwanderungstendenzen entgegenzuwirken - erklärt, dies würde sich mit dem Einfahren der zunächst noch sehr störungsanfälligen Anlage, vor allem aber mit dem schrittweisen Aufbau der Wissensbasis des Diagnosesystems geben. Faktisch ist diese Entlastung bisher jedoch noch nicht eingetreten. Der Grund liegt vor allem darin, daß die Instandhalter, nachdem die Diagnosesicheresheit des Systems immer noch nicht auf dem Erwartungswert liegt, angewiesen wurden, bei allen Störungen, deren Ursache nicht offenkundig ist, die Schlußfolgerungen des Expertensystems zu überprüfen. Dies erwies sich als unerwartet schwierig. So kann der Benutzer das System zwar "fragen", warum es eine bestimmte Eingabe fordert (z.B. Eingabeaufforderung: "War Ventil X zum Zeitpunkt Y geöffnet?"; Benutzereingabe: "Warum?"). Doch sind solche Fragen sehr zeitraubend, da das System bisweilen mehr als 30 Eingaben verlangt und dabei bis zu 1500 Regeln anwendet. Deshalb haben es sich die Instandhalter abgewöhnt, Erläuterungsfragen zu stellen, zumal ihnen immer wieder Stillstandskosten von

beinahe 80,-- DM pro Minute bzw. mehreren 1000,-- DM pro Stunde vorgechnet werden.

Auf der anderen Seite sind die Instandhalter aufgrund einzelner Präzedenzfälle strikt dazu angehalten, sich bei der Störungssuche des Diagnosesystems zu bedienen, wenngleich viele von ihnen überzeugt sind, mit ihren bisherigen Praktiken Fehler oftmals viel schneller eingrenzen und identifizieren zu können. Weichen die Instandhalter doch einmal vom Vorgehensvorschlag des Systems ab, so geraten sie, wenn sie nicht schnell erfolgreich sind, unter sehr hohen Rechtfertigungszwang, denn außer ihnen weiß ohnehin niemand im Betrieb, wie die Anlage wirklich funktioniert und welche besonderen Mucken sie hat. So können sie auch ihren direkten Vorgesetzten kaum erklären, warum bei einer bestimmten Störung ein Abweichen vom üblichen Falle sinnvoll war.

Ganz ähnlich wie bei den Anlagenführern bildet sich deshalb auch beim Instandhaltungspersonal, das ursprünglich - trotz Zeitdruck und Hetze - mit großem Interesse den neuen Anlagen und dem Diagnosesystem entgegengetreten war, eine dezidierte Praxis der Risikominimierung heraus: In schwierigen oder unklaren Fällen - etwa, wenn die Diagnose des Systems vage ist bzw. unplausibel erscheint oder wenn die Reparatur länger als üblich zu dauern droht - schalten sie sehr schnell den Hersteller-Service ein. Dieser kann die bereits ermittelten Symptome, Diagnosen und Diagnoseverläufe über Telefonleitung abrufen und zusammen mit Zusatzinformationen des Instandhalters auf dem zentralen Diagnosecomputer des Herstellers auswerten. Diagnose und Reparaturweisungen werden dann zurückgespielt, oder die Service-Techniker des Herstellers rücken bereits mit entsprechenden Instruktionen und Ersatzteilen an. Wenn es dann länger dauert, ist dies nicht mehr das Problem der Werkinstandhalter.

Dieser sich selbst-verstärkende Mechanismus von risikominderndem Verhalten der Arbeitskräfte und Intervention des Hersteller-Service bewirkt, daß erstere sukzessive nicht nur die Kompetenz für die "schwierigen" Störfälle verlieren, sondern auch viel von ihrer bisherigen Funktion bei der Aufstellung, bei der Inbetriebnahme und beim Einfahren neuer Anlagen einbüßen. Dies bedeutet nicht nur eine Bedrohung ihres bisher ziemlich starken betrieblichen Status und eine Verminderung der inhaltlichen Attraktivität ihrer



Arbeit; zugleich werden sie hierdurch auch immer mehr von bisher für die Aufrechterhaltung und Erweiterung ihrer Qualifikation zentralen Lerngelegenheiten und Erfahrungsgegenständen abgedrängt.

Dies dürfte bei Abwanderungsüberlegungen gerade jüngerer Facharbeiter eine zunehmend wichtigere Rolle spielen.

### 1.3 Betriebliche Probleme

Nachdem die ersten offenkundigen Kinderkrankheiten des neuen Diagnosesystems überwunden sind, scheinen - zumindest in erster Instanz und kurzfristig - die mit seiner Installierung verfolgten Ziele im wesentlichen erreicht zu sein:

Die Kombination von Störungsdiagnose und automatischer Erstellung von Reparaturplänen (einschließlich Ersatzteileabruf) hat im Schnitt die Stillstandszeiten gerade bei den teuren neuen Anlagen spürbar vermindert; zugleich wird es nunmehr möglich, durch den Aufbau eines rechnergestützten Ersatzteillagers den üblicherweise bei solchen Innovationssprüngen unvermeidlichen starken Anstieg des in Ersatzteilen gebundenen Kapitals zu begrenzen. Die zumindest relative Verbesserung des Nutzungsgrades der Anlagen (welche gegen die mit steigender Variantenvielfalt sich verstärkende Tendenz zu längeren Umrüstzeiten verrechnet werden muß) konnte erreicht werden, ohne daß die Konzernrichtwerte für die Kosten der Werkstandhaltung überschritten wurden, obwohl diese am Durchschnitt der Konzernwerke mit insgesamt deutlich niedrigerem Automatisierungsgrad orientiert sind.

Einziger offenkundiger Negativposten ist die **Entwicklung der Kosten des Hersteller-Services**. Während man ursprünglich davon ausgegangen war, daß mit dem Aufbau der Wissensbasis des Expertensystems und dem Einfahren der ersten neuen Anlagen der Hersteller-Service immer weniger in Anspruch genommen wird, steigen die Kosten hierfür immer noch an. Dies hat nach einer ersten Analyse des Instandhaltungsleiters (der bei dieser Gelegenheit erstmals die neue, durch das Diagnose-System gelieferte Datenbasis benutzte) zwei Ursachen:

- o Einmal werden an den Anlagen immer noch kleinere Veränderungen und Verbesserungen vorgenommen, die nicht mehr unter die Herstellergarantie fallen und vielfach mit größeren Reparaturen oder Wartungsarbeiten gekoppelt werden, bei denen der Hersteller-Service sowieso im Werk ist.
- o Zum anderen gelang es dem Wissensingenieur des Herstellers bisher nicht, den harten Kern von "schwierigen" Störfällen "in den Griff" zu bekommen, mit dem die werkeigenen Instandhaltungsfacharbeiter offenbar (noch?) nicht zurechtkommen.

Beides wird jedoch von den verantwortlichen Werkinstanzen als vorübergehend betrachtet; allerdings wird in Erwägung gezogen, doch einige der jüngeren und besonders qualifizierten Instandhalter zu einer vom Hersteller angebotenen Schulung zu schicken, sobald sich die "Dinge etwas beruhigt haben" und mehr Zeit hierfür zur Verfügung steht.

Sehr viel größer sind die **Probleme des Betriebes in zweiter Instanz**, die sich allerdings erst bei einer mittelfristigen, bisher noch nicht angestellten Betrachtung zeigen: In mittelfristiger Perspektive läuft das Werk nämlich **Gefahr, den Kompetenzvorsprung für technisch anspruchsvolle und innovative Produkte zu verlieren, den es bisher dank der Qualifikation seiner Anlagenführer und Facharbeiter** gegenüber anderen Konzernwerken mit deutlich niedrigeren Lohnkosten **besaß** und der eine wichtige Rolle gespielt hatte, als vor Beginn der Automatisierungsmaßnahmen die Schließung des Standortes ernsthaft zur Debatte stand.

Hierbei wirken zwei sich verstärkende Mechanismen zusammen:

- o Auf der einen Seite droht das eben skizzierte, durch die Kombination von unzureichender Schulung, knapper Personalbesetzung und Einsatz des Diagnose-Systems praktisch erzwungene risikominimierende Verhalten der Anlagenführer und Instandhaltungsfacharbeiter diese unausweichlich von den arbeitsalltäglichen Qualifizierungschancen und Qualifizierungsanreizen abzukoppeln, dank derer sie bisher auch ohne formalisierte Ausbildung ihre Qualifikation immer sehr schnell neuen technischen Gegebenheiten und Aufgaben anpassen konnten.

Wenn also die technische Entwicklung im gleichen Tempo wie bisher voranschreitet, wird sich bei einem sehr wichtigen Teil der Belegschaft eine zumindest relative Entqualifizierung vollziehen.

- o Zum anderen verliert die Beschäftigung im Werk, vor allem in der Werk-instandhaltung, zunehmend an Attraktivität für jüngere, qualifizierte und ehrgeizige Facharbeiter, die sehen müssen, daß sie einen Gutteil der Entwicklungsmöglichkeiten und des betrieblichen Verhandlungspotentials verlieren, die sie solange hatten, solange sie als "Eingreif-Truppe" zu vielfältigen Aufgaben herangezogen wurden.

Abwanderungsgefahr und Schwierigkeiten von Ersatzrekrutierungen, die gegenwärtig vom Personalleiter eher mit der Hektik der Umstellung erklärt werden, dürften deshalb kontinuierlich zunehmen.

Das Werk kann auf diese Problemlage, die sich in den kommenden Jahren - meßbar unter anderem an den bleibend hohen Kosten für den Hersteller-Service - immer stärker manifestieren wird, auf zweierlei Weise reagieren: Entweder setzt das Werk auf primär arbeitswirtschaftliche Lösungen und versucht, durch geeignete Maßnahmen bei Arbeitsorganisation, Personalbesetzung und Weiterbildung wieder günstigere Voraussetzungen für die Sicherstellung und Erweiterung der technischen Kompetenz seines Personals zu schaffen, wobei dann das Diagnose-System insgesamt keine besondere Rolle mehr spielen wird. Oder das Werk tritt gewissermaßen die Flucht nach vorne an, betrachtet den Kompetenzverlust der Anlagenführer und Instandhalter als unvermeidliche Folge der technischen Entwicklung und setzt noch mehr auf technische Lösungen, indem z.B. das Diagnose-System durch ein ausgearbeitetes Modul für detaillierte Bedienerführung bei Reparaturdurchführung ergänzt wird (um dann auch angelernte Arbeitskräfte mit Aufgaben betrauen zu können, für die bisher qualifizierte Instandhaltungsfacharbeiter benötigt wurden).

Vieles spricht dafür, daß die Reaktion eher in die zweite als in die erste Richtung gehen wird, zumal eine personalwirtschaftliche Wende eine explizite Änderung der Rationalisierungsstrategie erfordern würde, deren Akzeptierung durch den Konzern unwahrscheinlich ist.

## 2. Nicht-tayloristische Rationalisierung - Überschätzte Leistungsfähigkeit von Expertensystemen

Fall B: Weiterbildung des Produktionspersonals in einem Großbetrieb der chemischen Industrie

### 2.1 Die betriebliche Situation

Der Betrieb ist ein großes und relativ selbständiges Zweigwerk eines Großunternehmens der chemischen Industrie. Schon in den ausgehenden 60er Jahren hatte das Werk, in Übereinstimmung mit den zuständigen Instanzen des Konzerns, damit begonnen, Personaleinsatz und Arbeitsorganisation in den Fertigungsbetrieben (die bis dahin ganz auf die Rekrutierung junger Handwerksgesellen und Bauernsöhne der weiteren Umgebung abgestellt war, die dann an den Anlagen - in der "Ochsentour" - in einem vieljährigen mehrstufigen Anlernprozeß qualifiziert wurden) auf Facharbeitereinsatz umzustellen. Hierbei spielte eine massive Kampagne der Ausbildung von bereits seit einiger Zeit im Werk beschäftigten Angelernten zu Chemiefacharbeitern, die unter aktiver Mitarbeit der Arbeitsvorgesetzten und des technischen Managements durchgeführt wurde, eine zentrale Rolle. Die Ausbildung junger Chemiefacharbeiter hingegen wurde erst im Folgezug aufgenommen und erfolgte wegen der hohen Ausbildungsplatzkosten nur in relativ geringen Quanten im Verbund mit einem nahegelegenen Werk des gleichen Konzerns.

Hierdurch war im Laufe der 70er Jahre eine neue personalwirtschaftliche Konstellation entstanden, bei der langjährig erfahrene, als Erwachsene im Werk ausgebildete Facharbeiter dominierten, und mit deren Hilfe auch weitreichende Modernisierungsmaßnahmen, die unter anderem zum fortschreitenden Aufbau rechnergestützter, stark automatisierter Steuerungssysteme führten, ohne große Schwierigkeiten bewältigt wurden.

Erst in den letzten Jahren kam es zusehends zu personalwirtschaftlichen Problemen, die aus dem Zusammentreffen von drei Faktoren resultierten:

- o Einmal hatte die Konzernleitung beschlossen, den günstig gelegenen Standort auszubauen, was zusätzlichen Personalbedarf zur Folge hat;
- o weiterhin hat sich, nicht zuletzt im Zusammenhang mit dem Ausbau der Werkkapazität, das Tempo der Produkt- und Verfahrensinnovationen erheblich beschleunigt, so daß die bisher bewährten Formen informeller Qualifikationsanpassung und Weiterbildung nicht mehr ausreichen;
- o endlich tritt derzeit innerhalb weniger Jahre die bisher bestimmende Gruppe von Arbeitskräften in den Ruhestand, die in den 50er Jahren (damals als Un- bzw. Angelernte) in das Werk eingetreten waren, sich Ende der 60er und Anfang der 70er Jahre als Chemiefacharbeiter (und zum Teil darauf aufbauend als Industriemeister) qualifiziert hatten und die meisten Schlüsselarbeitsplätze auf den Meßwarten auf den unteren und mittleren Führungsebenen und teilweise auch in den fertigungsnahen Labors und sonstigen Diensten innehatten.

Da die Ausbildungskapazität des Werkes nicht ausreichte, um in der benötigten Zeit genügend Chemiefacharbeiter heranzubilden, hatte das Werk erstmals wieder damit begonnen, Angehörige der geburtenstarken Jahrgänge mit einer auch industriell verwertbaren Handwerksausbildung (KFZ-Mechaniker, Rundfunk- und Fernsehmechaniker u.ä.) einzustellen und von den noch vorhandenen erfahrenen älteren Kräften anlernen zu lassen. An sich war geplant, diesen Arbeitskräften möglichst bald berufsbegleitende Umschulungsmöglichkeiten zum Chemiefacharbeiter anzubieten, um sie auf ein mit dem eigenen Nachwuchs vergleichbares Qualifikationsniveau zu bringen, doch mußte dieses Vorhaben zumindest vorläufig unter dem Druck der Alltagsprobleme und des fortbestehenden Personalmangels zurückgestellt werden.

In dieser Situation brachte ein Angehöriger des Werkmanagements von einem USA-Besuch den Vorschlag mit, diese Qualifizierungslücke mit dem Einsatz eines geeigneten Expertensystems zu schließen; ein Großteil der hierfür notwendigen Entwicklung könnte ja gleichzeitig auch dazu genutzt werden, das Leitstandspersonal bei der täglichen Arbeit zu unterstützen.

Ein entsprechendes Expertensystem sollte demzufolge drei Zielen gleichzeitig dienen:

- o die gegenwärtig weit verstreuten Anleitungen und Anweisungen zu einem jederzeit aktualisierbaren, auch mit theoretischen Begründungen ausgestatteten "elektronischen Handbuch" zusammenzufassen, in dem von jedem Terminal im Werk aus jederzeit problembezogen "nachgeschlagen" werden kann;
- o praktisches, anschauliches Lernen durch Simulation der zu überwachenden und zu steuernden Prozesse am Bildschirm zu erleichtern;
- o endlich - gestützt auf sehr gute Erfahrungen in einem amerikanischen Konzernwerk - "Self-paced-learning" zu ermöglichen, also einen Lernprozeß, der vom Lernenden selbst je nach seinem Vorwissen, seinen individuellen Lernvoraussetzungen und den bisherigen Lernfortschritten gesteuert wird.

Dieser Vorschlag wurde sehr schnell angenommen und realisiert, da er die Chance zu bieten schien, das umfangreiche Erfahrungswissen der ausscheidenden Fachkräfte zu erhalten und den neu eingestellten Mitarbeitern zugänglich zu machen, da wegen der gleichzeitigen Einführung von Expertensystemen in der Anlagenüberwachung und -steuerung ein Gutteil der notwendigen Entwicklungs- und Programmierarbeit sowieso angefallen wäre und da auch längerfristig die "Selbsterklärungsfähigkeit" dieser Systeme insgesamt den Weiterbildungsbedarf reduzieren müßte.

## **2.2 Aktuelle Wirkungen**

In kurzfristiger Perspektive erwies sich der Einsatz des entwickelten Lernsystems bei zwei Aufgaben, die man ihm vorrangig zugewiesen hatte, durchaus als Erfolg. Diese bestanden darin,

(1) bei bestimmten modernen Anlagen, deren Produktionssortiment um neue, besonders marktgängige Produktvarianten bzw. Produkte erweitert werden sollte, die Schulung der vorhandenen Bedienmannschaft möglichst

ohne Betriebsunterbrechung und ohne Inanspruchnahme von Aushilfskräften zu gewährleisten;

(2) den kürzlich eingestellten jüngeren Arbeitskräften, die (noch) keine Chemiefacharbeiterausbildung abgeschlossen haben, die Chance zu geben, sich die für die Facharbeiterprüfung unverzichtbaren Grundkenntnisse anzueignen, während sie gleichzeitig an älteren bzw. einfacher zu überwachenden und zu steuernden Anlagen unter der Aufsicht älterer Kollegen angelernt wurden und praktische Arbeitserfahrungen sammeln.

Vor allem die erfahrenen Fachkräfte konnten auf diese Weise dazu befähigt werden, verhältnismäßig große Produkt- und dann sukzessive auch Verfahrens-Innovationen in überraschend kurzer Zeit zu bewältigen. Als besonders vorteilhaft erwies sich hierbei:

- o vielfältige Simulationsmöglichkeiten, die weitgehend identisch auch in den Überwachungs- und Steuerungssystemen des Anlagenleitstandes selbst angeboten werden; auf diese Weise ist es möglich, schon "auf dem Trockenen" und ohne die Anlagenzustände selbst zu verändern, mit der Steuerung zu experimentieren, extreme Annahmen durchzuspielen, die Wirkungen von Bedienungsfehlern auszuprobieren u.ä.;
- o die zusammen mit den Fachkräften erarbeitete zweckmäßige Form der Aufbereitung und Darstellung des für den Anlagenbetrieb notwendigen Wissens, das sich ganz gezielt, zur Klärung bestimmter Sachverhalte oder Stützung bestimmter Entscheidungen, abfragen läßt;
- o die sehr reichhaltigen Graphikoptionen, mit deren Hilfe sich auch komplexe Zusammenhänge, insbesondere bei simulierten Prozeßabläufen, sehr anschaulich darstellen lassen.

Auch bei der Schulung der branchenfremden jüngeren Arbeitskräfte kommen diese Systemvorteile zum Tragen; zugleich wird hier die Selbststeuerung des Lernprozesses ergänzt durch ein System der lernbegleitenden Kontrolle ("contrôle continu"), von dem man hofft, daß es auch von der zuständigen Industrie- und Handelskammer zumindest teilweise als Ersatz für die Abschlußprüfungen anerkannt wird.

Allerdings gibt es seit einiger Zeit gewisse Klagen von älteren Fachkräften, die mit der praktischen Einweisung und Anlernung dieser Quasi-Umschüler beauftragt sind: Wegen der "Adaptivität" der Lernsysteme sei es unmöglich, noch einen Überblick darüber zu behalten, was der Einzelne bereits gelernt hat oder nicht, da das System jeweils individuell die Entscheidung trifft, zu einer anderen Lernaufgabe fortzuschreiten. Auch haben diese jüngeren Arbeitskräfte gelegentlich Schwierigkeiten, das, was sie im Lern-System bereits durchgenommen und in Simulation erprobt haben, auf die realen Anlagenzustände zu beziehen.

Dennoch hoffen die zuständigen Werkinstanzen nach wie vor, daß es gelingen wird, die große Mehrheit dieser Neueinstellungen der letzten Jahre recht bald - und wesentlich schneller als ihre heute älteren Kollegen in den späten 60er und frühen 70er Jahren - zur Facharbeiterqualifikation zu führen. Dies wird als dringend wünschenswert erachtet, weil sich bereits erste Spannungen zwischen ihnen und den gleichaltrigen, im Werk selbst ausgebildeten Chemiefacharbeitern zeigen, vor allem wenn es um Aufstiegs- und Beförderungskonkurrenz geht, und weil das Werk ein sehr hohes Interesse an einem möglichst flexiblen, vielseitige Verwendbarkeit voraussetzenden Arbeitseinsatz aller Arbeitskräfte hat.

### **2.3 Längerfristige Probleme**

Bei näherer Analyse zeigt sich freilich, daß sich hinter den genannten, scheinbar relativ belanglosen Schwierigkeiten (von denen es zunächst hieß, sie würden sich mit der Zeit ganz selbstverständlich lösen) grundlegendere Probleme verbergen, die gleichermaßen die Beschäftigten und den Betrieb betreffen. Erstmals wurde diese Problemlage sichtbar, als es an einer wichtigen Anlage in einer Schicht, in der die Leitstandsbesetzung wegen Urlaub und Krankheit nur aus jüngeren Arbeitskräften bestand, deren "Umschulung" im wesentlichen bereits abgeschlossen war, zu einem größeren Unfall kam. Die Analyse des Unfallverlaufs machte schlaglichtartig zwei Sachverhalte deutlich, die erhebliche Bestürzung bei den Verantwortlichen auslöste:

Einmal fällt es an den neuen, weitgehend automatisierten Anlagen außerordentlich schwer, sich auf der Grundlage einer so stark auf Computersimula-



tion zentrierten Ausbildung eine konkrete Vorstellung davon zu machen, was tatsächlich in der Anlage vor sich geht und eben doch nur näherungsweise und unvollkommen im Überwachungs- und Steuerungssystem abgebildet wird. Hierauf war niemand vorbereitet. Alle älteren Fachkräfte hatten noch eine konkrete Anschauung davon erworben, was in einer chemischen Anlage ablaufen kann, daß Armaturen klemmen, daß Leitungen korrodieren, daß sich an ganz falschen Stellen Über- oder Unterdruck aufbauen kann usf. Und auch die Chemiefacharbeiter aus dem werkseigenen Nachwuchs haben zumindest einen Teil dieser praktisch-sinnlichen Erfahrung im Technikum oder bei ihrem Praxiseinsatz an entsprechend ausgewählten Anlagen machen können.

Zum anderen definieren sich Störfälle genau dadurch, daß sich der reale Betriebszustand von den Modellen entfernt, die sowohl dem Lernsystem wie dem Überwachungs- und Steuerungssystem zugrunde liegen, denn sonst würden ja die modellbasierten Steuerungsalgorithmen ohne Probleme greifen. Sicherlich sind im Lernsystem auch Störfallsimulationen enthalten. Doch war die Entscheidung darüber, welche Arten von Störungen man hier zu berücksichtigen habe, davon geleitet, was für die - von den Wissensingenieuren eindringlich befragten - Meister und anderen älteren Fachkräften wichtig erschien, die ja alle noch ein viel unmittelbarer Anschauung der Anlagen und Prozesse besitzen.

Die bloße Übung am simulierten Modell scheint also, dies legt zumindest die Störfallanalyse nahe, nicht auszureichen, um am realen System in jeder Lage schnell, effizient und sicher einzugreifen. Und da dies aufgrund der hochgradigen Automatisierung nur in seltenen (dann aber zumeist unvorhersehbaren) Situationen erforderlich wird, läßt sich die notwendige Reaktionssicherheit nicht mehr selbstverständlich in der alltäglichen Praxis erwerben.

Dieses Qualifikationsdefizit der überwiegend am Lernsystem ausgebildeten jüngeren Arbeitskräfte wird vermutlich noch verstärkt durch ihre isolations-trächtige Lernsituation, da die zunächst von allen begrüßte Möglichkeit des eigenständigen Lernens an einem eigenen Terminal dann dazu führte, daß sich die Umschüler gewissermaßen in den Bildschirm vergruben und daß Diskussion und Erfahrungsaustausch viel zu kurz kamen.

Auf dem Hintergrund dieser Analyse beginnt man auch, sich zu fragen, ob Anzeichen von Ängstlichkeit und Unsicherheit, die bei manchen bewährten Fachkräften nach einer größeren Umstellung an ihrer Anlage zu beobachten waren und die man zunächst "psychologisch" erklärte und bagatellierte, nicht ähnliche Ursachen haben. Dies veranlaßte kürzlich den Ausbildungsleiter, die Frage aufzuwerfen, ob man nicht doch wieder stärker zu kursförmigen Ausbildungsmaßnahmen zurückkehren müsse, und ob nicht insbesondere für die Umschulung jüngerer branchenfremder Facharbeiter zum Chemiefacharbeiter ein mehrmonatiger Ausbildungsabschnitt im Technikum unverzichtbar sei.

### **3. Tayloristische Rationalisierung - Realistische Einschätzung der Leistungsfähigkeit von Expertensystemen**

Fall C: Fertigungssteuerung bei einem mittelgroßen Hersteller von mechanischen Aggregaten für die Automobilindustrie

#### **3.1 Die betriebliche Situation**

Das Werk ist ein traditionsreicher Hersteller einbaufertiger Aggregate für die Automobilindustrie. Diese Aggregate - sie werden in großen Stückzahlen an mehrere Automobilfirmen geliefert - werden im Werk aus z.T. fremdbezogenen, z.T. in eigenen mechanischen Werkstätten gefertigten Teilen montiert. Die direkt produktive Belegschaft verteilt sich etwa zu zwei Dritteln auf die mechanische Fertigung und zu einem Drittel auf die Montage.

Das Werk steht seit einigen Jahren unter erheblichem Druck, da seine Abnehmer inzwischen, von einigen Sondertypen abgesehen, zu weitgehend lagerloser Fertigung übergegangen sind, und ihre Zulieferer sich demzufolge der Anforderung tages- bis stundengenauer Lieferzeiten unterwerfen mußten und in deren Gefolge dann auch mit dem Zwang zu stark reduzierten Losgrößen konfrontiert waren. Unter diesem Druck kam es, trotz großer Investitionen in die werkinterne Logistik, zu einer kontinuierlichen Expansion der Abteilung für Produktionsplanung und Fertigungssteuerung; doch haben Zahl und Schwere der Abstimmungsprobleme innerhalb der mechanischen

Fertigung, zwischen der mechanischen Fertigung und der Montage sowie zwischen Montage und Versand nicht ab-, sondern eher noch zugenommen.

Nicht zuletzt unter dem nachdrücklichen Einfluß des wichtigsten Abnehmers entschloß sich das Werk, die offenkundigen Schwächen des bisher eingesetzten, auf starren Optimierungsalgorithmen aufbauenden PPS-Systems durch die Installierung eines neu entwickelten CIM-Bausteins zu überwinden, nämlich durch einen expertensystem-gestützten Fertigungssteuerungs-Leitstand.

Dieser Leitstand übernimmt aus dem "Grobplanungs"-Modul des PPS-Systems (das in den letzten Jahren auf einen Dreitages-Regelkreis verfeinert worden war) die Aufträge mit dem genauen Auslieferungszeitpunkt. Seine Funktion ist es, die Abwicklung der Aufträge in mechanischer Fertigung und Montage so realistisch zu planen und zu verfolgen, daß ohne Vorhaltung nennenswerter Kapazitätsreserven und ohne grundsätzlichen Verzicht auf die Einschleusung von Eilaufträgen eine zuverlässige Einhaltung der Liefertermine (und zwar unter der Nebenbedingung einer Minimierung der Zwischenlager und der umrüstbedingten Stillstandszeiten) gewährleistet ist.

Der Leitstand ist im Schichtbetrieb mit einem technischen Angestellten aus der Fertigungssteuerung besetzt.

Im Leitstand werden die Planungsvorgaben des PPS-Systems mit den Daten eines "intelligenten" Betriebsdatenerfassungssystems zusammengeführt, mit dessen Hilfe der Stand der Auftragsbearbeitung an jeder einzelnen Arbeitsstation in Ist-Zeit und vorgangsgenau erfaßt werden kann (Beispiel: "Wo befindet sich Auftrag 0820?", Antwort: "Maschine 62, Bearbeitungsvorgang 07; Maschinenzustand: Störung; Rückstand gegenüber Vorgang 22 an Maschine 67: 2,8h"). Auf dieser Datengrundlage hat der Leitstandstechniker mit Hilfe des Expertensystems

- o unter normalen Bedingungen eine automatische Durchlaufregelung mit Auftragsfolge, Maschinenbelegungsplänen usw. (Fertigungsfeinsteuerung) für die Folgeschicht zu erstellen und im Ablauf der Schicht mehrmals rollierend zu aktualisieren;

- o bei Bedarf die Möglichkeiten und Folgewirkungen der Einspeisung von Eilaufträgen in detaillierten Simulationen durchzuspielen;
- o bei Störungen, deren Dauer eine vorgegebene Toleranzgrenze überschreitet, auf Aufforderung des Systems durch Simulation die beste Ausweichstrategie auszuwählen.

Geplant, aber noch nicht realisiert, ist in der mechanischen Fertigung die Ankoppelung des neuen Systems an den DNC-Rechner, der damit automatisch die einzelnen Werkzeugmaschinen bzw. Bearbeitungszentren, soweit hierfür bereits an den Maschinen die technischen Möglichkeiten gegeben sind, nicht nur mit den Programmen, sondern auch mit einer rechnergestützten Bedienerführung zum Umrüsten und Einrichten versorgen würde. Hingegen erhalten bereits jetzt Betriebsmittelbereitstellung und Werkzeugvoreinstellung sowie das Kleinteillager in der Montage die für sie wichtigen Anforderungen und Informationen aus der Fertigungssteuerung.

Da die Installierung des Systems (dank systematischer Nutzung des Erfahrungsvorlaufs bei dem Abnehmer, der den entscheidenden Anstoß gegeben hatte) gut vorbereitet war und in mehreren aufeinanderfolgenden Schritten erfolgte, sind die Werkleitung und die beteiligten Werkinstanzen bisher ausgesprochen zufrieden: Die Termingenauigkeit der Auslieferung hat sich sichtbar erhöht; entsprechend hat sich auch die Stellung des Werkes bei seinen wichtigsten Abnehmern gefestigt. Der tägliche Betrieb ist heute eher ruhiger als früher. Obwohl - da von einem wichtigen Abnehmer die Aufnahme zusätzlicher Varianten in das Produktionsprogramm gefordert wurde - die Typenvielfalt gestiegen und entsprechend die durchschnittliche Losgröße nochmals gesunken ist, weisen die seit einiger Zeit regelmäßig erstellten maschinenbezogenen BDE-Auswertungen im Schnitt sogar eine leichte Erhöhung der Maschinenlaufzeiten aus. Vor allem in der Montage herrscht heute ein viel besseres Klima als früher, obwohl die Bestände in den Teilelagern im Durchschnitt nicht größer sind als vorher.

Unterschätzt hatte das Werk allerdings die Aufwendungen, die mit der Systempflege verbunden sind: Änderungen bzw. Ergänzungen des Wissensbestandes des Expertensystems sind ja nicht nur notwendig, wenn neue Typen oder Typenvarianten ins Programm aufgenommen werden, sondern vielfach

auch bei der Beschaffung neuer Maschinen, verbesserten Spannzeugs oder neuer Werkzeuge mit höheren Standzeiten. Da sich die Hoffnungen nicht erfüllt haben, die Leitstandstechniker hätten genügend Zeit, selbst dieses "Wissens-Engineering" zu übernehmen, ergibt sich hieraus eine spürbare Kostenbelastung bei gleichzeitiger durchaus unerwünschter Abhängigkeit vom Service des Systemherstellers.

### 3.2 Konsequenzen für die Beschäftigten

Die Auswirkungen des neuen Systems fielen für die hauptsächlich betroffenen Beschäftigtengruppen sehr unterschiedlich aus:

(a) Die größte Gruppe, die - meist angelernten - **Maschinenbediener und Montagearbeiter**, wurde durch das System allenfalls indirekt und alles in allem eher positiv als negativ betroffen. Die höhere Planungssicherheit und das ruhigere Klima im Betrieb haben sich bei dieser Gruppe vorwiegend entlastend ausgewirkt, wenngleich durch die insgesamt bessere Auslastung der Produktionskapazitäten auch manche maschinen- oder betriebsbedingte Stillstandszeit mit entsprechenden Ruhepausen entfallen ist.

(b) Noch stärker war - wenigstens in erster Instanz - der Entlastungseffekt bei den **Einrichtern**. Da nunmehr jeweils zu Schichtbeginn realistische, d.h. insbesondere auch Auftragsüberhänge aus der vorausgegangenen Schicht berücksichtigende Maschinenbelegungspläne vorliegen, die auch im Laufe der Schicht meist nicht mehr geändert werden, können die Einrichter ihre Arbeit viel besser planen und einteilen; nunmehr kann bei der Meisterbesprechung zu Schichtbeginn ohne Schwierigkeiten abgesprochen werden, wer wem zu welcher Zeit aushelfen und beispringen muß, wenn z.B. in einer Maschinengruppe zwei Maschinen gleichzeitig einzurichten sind; usf.

Allerdings sehen einige Einrichter - ältere, erfahrene Fachkräfte - mit einiger Besorgnis in die Zukunft. Einerseits haben sie von den Plänen gehört, eine rechnergestützte Bedienerführung für das Einrichten bestimmter Maschinen einzuführen, was ihre Aufgabe überflüssig machen würde. Zum anderen stellen sie fest, daß der Funktionsverlust der Arbeitsvorgesetzten (siehe d) auch ihre Stellung und ihren Einfluß im Betrieb in Mitleidenschaft zieht. Symptomatisch hierfür war kürzlich die Entscheidung, welcher Arbeiter eine

neu aufgestellte Hochleistungs-Drehmaschine übernehmen soll: Der zuständige Einrichter hatte hierfür einen sehr zuverlässigen, seit 15 Jahren in der Abteilung beschäftigten und zuletzt als Springer eingesetzten Jugoslawen im Auge (der allerdings noch einen NC-Kurs hätte absolvieren müssen) und dies auch mit dem Meister abgesprochen. Statt dessen kam unter dem Einfluß der Personalabteilung und trotz erheblicher Zweifel des Meisters an dessen Bereitschaft, längerfristig an diesem Platz (Schichtbetrieb!) zu bleiben, ein junger Facharbeiter zum Zuge, der zwar sicherlich technisch sehr fit ist, aber noch keine längere Fertigungserfahrung hat.

(c) Für die **Angestellten in der Abteilung Fertigungssteuerung** war die erfolgreiche Installation des neuen Leitstandsystems mit deutlich positiven Effekten verbunden. Hetze und Hektik haben abgenommen. Zugleich haben sich Prestige und Einfluß der Abteilung im Betrieb spürbar erhöht. Kurzfristig hatte dies zur Folge, daß der Wegfall einer Reihe von Funktionen (insbesondere der "Terminer", die jeweils eine Fertigungsabteilung ständig betreuten) nicht zu einem Stellenabbau führte, sondern dazu, daß die Abteilung eine eigene Arbeitsgruppe für Fertigungsfluß-Analysen gebildet hat, die mit Hilfe der BDE-Daten der Produktionsleitung schon erste Rationalisierungsvorschläge unterbreiten konnte. Längerfristig rechnen sich zumindest die jüngeren und ehrgeizigen Angestellten in der Abteilung eine deutliche Verbesserung ihrer Aufstiegschancen im Betrieb oder durch Betriebswechsel aus.

Weniger eindeutig sind die Konsequenzen der Innovation für die neu ernannten Leitstandstechniker: Einerseits war die neue Aufgabe für sie eine ausgesprochene Chance, sich zu qualifizieren und zu profilieren; sie haben inzwischen eine unbestrittene Schlüsselstellung im Betrieb. Andererseits verliert die neue Aufgabe im Laufe der Zeit an Interessantheit, während gleichzeitig die Belastungen durch Schichtarbeit (der Leitstand muß während der gesamten Früh- und Spätschicht besetzt sein) immer deutlicher spürbar werden.

(d) Am negativsten wurden von dem neuen System die **Arbeitsvorgesetzten in den Fertigungsabteilungen** - Meister und Vorarbeiter - betroffen. Zwar hatten auch sie anfänglich den Gewinn an Planungssicherheit sehr begrüßt, da sie ja bisher die Hauptlast von kurzfristigen Umdispositionen und Improvisa-

tionen zu tragen hatten. Erst im Laufe der Zeit traten die negativen Konsequenzen stärker in den Vordergrund:

Einerseits wird den Arbeitsvorgesetzten durch die (automatische) Erstellung der Maschinenbelegungs-Pläne am Leitstand ein Großteil ihres bisherigen Ermessensspielraums bei der Verteilung von Aufträgen auf die einzelnen Maschinen (bzw. Montageplätze) und damit auf die einzelnen Arbeitskräfte genommen. Da aus vielerlei Gründen bestimmte Aufträge von den Arbeitskräften jeweils als angenehmer oder vorteilhafter empfunden werden als andere (z.B. weil die Vorgabezeiten günstiger, die benötigten Spannmittel leichter zu handhaben oder die Werkstückgewichte geringer sind), wird den Arbeitsvorgesetzten hierdurch ein bisher sehr wirksames Anreiz-, Belohnungs- oder auch Bestrafungsinstrument genommen, das sie in vielfältiger Weise nutzen konnten: um langfristige Loyalitätsbeziehungen mit besonders zuverlässigen und guten Arbeitskräften aufzubauen; um einen Ausgleich dafür zu gewähren, daß Maschinenarbeiter, wenn Not am Mann war, auch einmal eine für sie unangenehme Anweisung (wie z.B. an einer anderen, ungewohnten Maschine einzuspringen) widerspruchslos akzeptieren; oder um Leute, die man loswerden möchte, im Laufe der Zeit so unter Druck zu setzen, daß sie freiwillig gehen oder eine angebotene Versetzung gerne annehmen.

Andererseits beruhte die betriebspolitische Stellung der Arbeitsvorgesetzten nicht zuletzt auf ihrer Fähigkeit, auch in hektischen Situationen den Überblick zu behalten und geschickt zu improvisieren. In dem Maße, in dem diese Fähigkeiten, weil das neue Fertigungssteuerungssystem immer besser funktioniert, nicht mehr gefragt werden, sinkt auch der Einfluß der Arbeitsvorgesetzten, schwindet das Verhandlungspotential, das sie bisher gegenüber den verschiedenen betrieblichen Instanzen (gegenüber der Personalleitung in Fragen der Versetzung oder Einstufung, gegenüber der Arbeitsvorbereitung in Fragen der Vorgabezeitermittlung oder gegenüber der Werkleitung in Fragen der Investitionsplanung und Beschaffung neuer Maschinen und Betriebsmittel) hatten.

Deshalb breitet sich auch bei den Vorarbeitern und Meistern zunehmend ein Gefühl der Machtlosigkeit aus, der Eindruck, daß es ihnen immer schwie-



riger wird, "ihren Laden in Ordnung zu halten", ohne daß dies explizit mit dem neuen Leitstandsystem in Zusammenhang gebracht werden müßte.

### 3.3 Betriebliche Probleme

In **kurzfristiger Perspektive** kann die Installation des neuen Leitstandsystems als **eindeutiger Erfolg** des Betriebes verbucht werden. Die unerwartet hohen Kosten für den Änderungsdienst fallen gegenüber den Vorteilen erhöhter Zuverlässigkeit im Hinblick auf die Liefertermine bei gleichzeitig gestiegener Reaktionsfähigkeit auf Kundenwünsche nicht ernsthaft ins Gewicht.

**Mittel- bis langfristig** zeichnen sich jedoch **mehrere Probleme** ab, mit denen bisher niemand gerechnet hatte, auf die der Betrieb jedoch zweifellos in absehbarer Zeit reagieren muß:

Ein typisches Problem dieser Art ist der Zusammenhang zwischen Änderungsdienst auf der einen Seite und dem Vorgehen bei der Beschaffung neuer Maschinen und sonstiger Betriebsmittel auf der anderen Seite: Bisher war es im Betrieb üblich gewesen, daß sich die Fertigung - durch Verfolgung der einschlägigen Fachzeitschriften, durch Messebesuche oder durch Kontakte mit Vertretern - selbst über die für sie wichtige technische Entwicklung auf dem laufenden hält und die Initiative dafür hat, daß die technische Ausrüstung der Fertigungsabteilungen unter Nutzung des jeweils aktuellen Marktangebotes schrittweise modernisiert wird. Demgegenüber zeigt eine erste, durch die nach wie vor hohen und unerwarteten Kosten für den Wissens-Ingenieur des Herstellers ausgelöste Analyse, daß die Vorteile der automatischen Fertigungsplanung bei zunehmender Zahl von Produkttypen und Produktvarianten ohne hohe Kosten für den Änderungsdienst nur dann zum Tragen kommen, wenn der Maschinenpark mit dem Ziel vereinheitlicht wird, möglichst für jedes Bearbeitungsverfahren nur einen einzigen Maschinentyp einzusetzen. Dies würde jedoch vermutlich eine tiefgreifende Änderung des Investitions- und Innovationsverhaltens voraussetzen. In dieser Frage ist demnächst eine Entscheidung unvermeidlich.

**Am gravierendsten** sind jedoch wahrscheinlich **die Probleme, die sich mit der fortschreitenden Erosion der Vorgesetztenfunktion** stellen werden:



Auf der einen Seite wird das neue System auch längerfristig nicht zufriedenstellend funktionieren können, wenn der Leitstand nicht die Möglichkeit hat, bei Bedarf vor Ort eine kompetente Situationsbeurteilung einzuholen, da die BDE-Daten hierzu nicht ausreichen. So läßt sich z.B. aus der BDE-Information über den Maschinenzustand "Störung" weder die genaue Ursache noch die voraussichtliche Dauer des Stillstandes entnehmen; damit kann der Leitstand auch nicht realistisch darüber entscheiden, ob der Auftrag von der Maschine abgezogen und auf eine andere, hierzu neu einzurichtende Maschine verlagert werden muß oder ob es vertretbar ist, bis zur Beseitigung der Störung zu warten.

Situationseinschätzungen dieser Art können von den angelernten Maschinenbedienern nicht erwartet werden; hierfür ist vielmehr bis auf weiteres die Kompetenz der relativ kleinen Gruppe von Einrichtern, Vorarbeitern und Meistern unverzichtbar.

Auf der anderen Seite wird diese Gruppe qualifizierter und hochqualifizierter Fachkräfte, wie eben gezeigt, unter Normalbedingungen durch die Kombination von zentralem Leitstand und automatischer Fertigungssteuerung zunehmend an den Rand des betrieblichen Geschehens gedrängt.

Dies bedeutet nicht nur einen Verlust an Macht und Einfluß. Hiermit gehen im Laufe der Zeit auch die Kompetenzen verloren, die bisher Einrichter und Arbeitsvorgesetzte dazu befähigten, in Ausnahmesituationen einzuspringen, wenn Leitstand und Expertensystem überfordert sind. Überdies verschlechtert sich hierdurch auch die Attraktivität dieser Positionen so sehr, daß es in längerfristiger Perspektive kaum mehr möglich sein wird, Nachwuchs als Ersatz für die jetzt tätigen Einrichter und Arbeitsvorgesetzte (die ganz überwiegend in den nächsten zehn bis zwölf Jahren aus dem Erwerbsleben ausscheiden werden) heranzubilden und in diesen Positionen zu halten.

Erste Anzeichen verweisen darauf, daß der Betrieb auf diese Problematik überwiegend in einer Art reagieren wird, die ihre Ursachen noch verschärft. So ist bereits jetzt die Rede davon, daß Einrichter und Vorgesetzte von der neuen Technik überfordert seien. Deshalb müßten Arbeitsvorbereitung und Personalabteilung geeignete Verfahren entwickeln, um die bisherigen Auf-

gabenbereiche der Meister und Vorarbeiter sukzessive selbst in den Griff zu bekommen.

#### 4. Nicht-tayloristische Rationalisierung - Realistische Einschätzung der Leistungsfähigkeit von Expertensystemen

Fall D: Werkstattoffene NC-Programmierung in einem größeren Maschinenbaubetrieb mit überwiegender Einzelfertigung

##### 4.1 Die betriebliche Situation

Der Betrieb - ein renommierter Hersteller spezialisierter Fertigungsanlagen mit einem Exportanteil von über siebenzig Prozent und einer sehr qualifizierten, überwiegend aus Facharbeitern bestehenden Fertigungsbelegschaft - sah sich seit einigen Jahren mit einem **doppelten fertigungstechnischen und fertigungsorganisatorischen Problem** konfrontiert:

Einerseits hatten konstruktive Verbesserungen der Produkte und die Notwendigkeit, immer mehr auf die besonderen Anforderungen und Probleme der Kunden einzugehen, trotz intensiver, durch ein sehr leistungsfähiges CAD-System gestützter Bemühungen um eine am Baukastenprinzip orientierte fertigungsgünstige Konstruktion die Zahl der zu fertigenden Teile und Varianten ständig erhöht, wobei oftmals gerade neue Varianten von Basisteilen und -aggregaten erst festgelegt wurden, nachdem die Fertigung längst angestoßen war.

Da sich gleichzeitig im Maschinenpark der mechanischen Fertigung überall NC- bzw. CNC-gesteuerte Werkzeugmaschinen durchgesetzt hatten, war dies mit einem **starken Anstieg der Anforderungen an das Programmierbüro** der Arbeitsvorbereitung verbunden, der unter Beibehaltung der bestehenden Organisationsstruktur eine erhebliche, im übrigen auf dem regionalen Arbeitsmarkt nur schwer realisierbare personelle Aufstockung der Programmierung erfordert hätte.

Andererseits häuften sich seit einigen Jahren die **Klagen** der Fertigung **über die Qualität der von der Arbeitsvorbereitung gelieferten Programme**: Die Programmierer (alles ehemalige Facharbeiter, die Anfang der 70er Jahre mit entsprechender Weiterbildung aus der Werkstatt ins Programmierbüro geholt worden waren) hätten offensichtlich den Kontakt mit der Werkstatt verloren; ihre Programme seien nicht mehr dazu angetan, die Leistungsfähigkeit der gerade in den letzten Jahren verstärkt angeschafften neuen Werkzeugmaschinen und Werkzeuge auszuschöpfen; deshalb seien immer umfangreichere und aufwendigere Optimierungs- und Nachbesserungsarbeiten notwendig, die dem Werkstattpersonal Zeit kosten und den Fertigungsablauf verzögern.

Diese Klagen waren aus verständlichen Gründen um so lauter geworden, je größer die Arbeitsbelastung des Programmierbüros wurde, weil die Programmierer immer weniger Zeit hatten, sich in der Werkstatt umzuschauen und mit den neuen Möglichkeiten vertraut zu machen und weil es immer länger dauerte, bis von der Fertigung gewünschte Korrekturen tatsächlich ausgeführt werden konnten.

Dem in dieser Situation an sich naheliegenden Übergang zu Werkstattprogrammierung standen jedoch gravierende Hindernisse entgegen: Einmal versprachen die herkömmlichen Verfahren der Werkstattprogrammierung auch an relativ komfortablen CNC-Steuerungen wegen der hohen Komplexität der Bearbeitungen nicht wirklich zufriedenstellende Resultate. Zum anderen war seit Einführung der maschinellen NC-Programmierung eine sehr große Programmbibliothek in einer höheren Programmiersprache aufgebaut worden, mit der bei den verfügbaren Werkstattprogrammierverfahren kein direkter wechselseitiger Datenaustausch möglich ist und die deshalb bei reiner Werkstattprogrammierung längerfristig wertlos geworden wäre.

Deshalb wurde beschlossen, ein **Mischsystem** aufzubauen, bei dem **zwischen dem Programmiersystem im Programmierbüro** auf der einen Seite **und den CNC-Steuerungen an den Werkzeugmaschinen** bzw. hierfür neu eingerichteten maschinennahen Programmierplätzen auf der anderen Seite ein wissensbasiertes dialogfähiges DNC-System installiert wurde. Das integrierte Expertensystem arbeitet mit einer ganzen Reihe von Dateien (z.B. über Schneidstoffe, Schneidgeometrien und Werkstoffe) und ist an die Werkzeugdatei der

Werkzeugverwaltung sowie insbesondere an die EXAPT-Programmbibliothek gekoppelt. Hauptfunktion des Expertensystems ist es, trotz der gestiegenen Fertigungskomplexität eine schnelle und optimale Erstellung von NC-Programmen auf dem Wege der Werkstattprogrammierung zu sichern, wobei eine wesentliche Voraussetzung die Verfügbarkeit über schon vorhandene Programmelemente und Bearbeitungsparameter ist. Hierzu soll das System insbesondere anhand eingegebener Werkstoff- und Geometriedaten theoretisch günstigste Schneidstoffe, Schneidenformen und Schnittwerte errechnen und den Werkstattprogrammierern vorschlagen, die ihrerseits im Dialog alternative Varianten durchspielen können.

## 4.2 Auswirkungen auf die Arbeitskräfte

Qualifikatorische und sonstige Konsequenzen für die Arbeitskräfte sind getrennt für die Programmierer und die Facharbeiter an den Werkzeugmaschinen zu betrachten.

(a) Die **Facharbeiter** haben durch das neue System, soweit es schon zum Laufen gekommen ist, eindeutig gewonnen. Sie können je nach betrieblichem Bedarf, aber in Grenzen auch je nach persönlichem Interesse, auf Programmenteile oder ganze Bearbeitungsprogramme aus der Programmbibliothek zurückgreifen oder - insbesondere bei neuen oder geänderten Teilen - mit Unterstützung des Expertensystems neue Programme selbst schreiben.

Eine wichtige Voraussetzung hierfür ist, daß sich durch die Nutzung des Expertensystems der Aufwand für die Erstellung eines fertigen Programms so verkürzt hat, daß sich Werkstattprogrammierung unter bestimmten Umständen auch dort "rechnet", wo nur bei Maschinenstillstand programmiert werden kann. Dies gilt insbesondere deshalb, weil durch die Vorschläge des Systems für technologische Bearbeitungsparameter viel Rechenarbeit und durch den Zugriff auf die Werkzeugdatei Nachfragen und Laufereien eingespart werden, so daß sich insgesamt, wie eine sehr sorgfältige Analyse bewiesen hat, die Verfügbarkeit der Werkzeugmaschinen auch bei relativ häufiger Programmierung nicht nennenswert verschlechtert hat.

Beim Programmieren können sich die Facharbeiter auf Vorschläge des Expertensystems stützen, dessen Wissensbasis sich im Laufe der Zeit ständig

erweitert und bereichert. So können sie aufgrund ihrer eigenen langjährigen Zerspanungserfahrung aus den Vorschlägen des Systems auswählen, was ihnen in der gegebenen Situation am besten erscheint. Sie haben die Möglichkeit, hierbei technische und organisatorische Erfahrungen und Kenntnisse (z. B. über mögliche Werkzeugengpässe oder über Zerspanungsprobleme im folgenden Bearbeitungsgang) einzubringen, die vom System nicht berücksichtigt werden können.

Alle diese Vorteile kommen naturgemäß um so mehr zum Tragen, je mehr auch - durch Aufstellung neuer Maschinen, die Parallelprogrammierung gestatten, oder durch Einrichtung von maschinennahen Programmierplätzen - die (vor allem bei komplizierten Großteilen) häufig langen Bearbeitungszeiten, in denen der Facharbeiter lediglich Maschinenlauf und Bearbeitungsprozedur zu beobachten hat, dazu genutzt werden können, das Programm für den nächsten Auftrag zu erstellen. Die hierbei mögliche rechtzeitige Disposition von Vorrichtungen und Werkzeugen wird von den Facharbeitern vor allem deshalb geschätzt, weil sie hierdurch auch nennenswerte Einsparungen bei der Rüstzeit erzielen können, die sich unmittelbar in ihren Akkordverdiensten niederschlagen. Wenn z. B. das System für den nächsten Auftrag einen bestimmten Werkzeuggrundkörper vorschlägt, der Facharbeiter jedoch anhand der Werkzeugdatei feststellt, daß er bei Maschine N in Einsatz ist, so kann er ohne Zeitverlust klären, ob er doch noch rechtzeitig mit diesem Grundkörper rechnen kann oder ob er nicht besser jetzt anhand alternativer Systemvorschläge ein anderes Werkzeug bereitstellt; früher hätte ihn dies möglicherweise einen Gutteil der vorgegebenen Rüstzeit gekostet.

Als weiterer Vorteil wird von den Facharbeitern empfunden, daß das System sie auf Fehler aufmerksam macht und Korrekturen vorschlägt, wenn sie einmal nicht ganz bei der Sache waren. Sicherlich kann diese "Besserwisserei" des Systems auch lästig sein, wenn z.B. bewußt eine unübliche Werkzeug-Material-Paarung gewählt wird. Doch fällt dies gegenüber der Tatsache nicht sehr ins Gewicht, daß man auch bei komplizierten (und entsprechend teuren) Teilen gegen wirkliche "Ausrutscher" abgesichert ist.

Sicherlich bedeutet die stärkere Einbeziehung der Facharbeiter in Programmierung und Werkstattdisposition, die überwiegend auf Kosten der früher recht häufigen Warte- und Beobachtungszeiten geht, eine objektive Lei-

stungsintensivierung. Diese wird jedoch von den Facharbeitern selbst zumindest bisher nicht als Belastung empfunden, da einerseits ihre Arbeit zweifellos interessanter und anspruchsvoller geworden ist, sie jedoch andererseits immer auch mit dem "Auffangnetz" des Systems rechnen können.

(b) Deutlich andere Auswirkungen ergeben sich für die **Programmierer**:

Sicherlich gibt es im Programmierbüro, seitdem das neue System läuft, weniger Zeitdruck und Hetze als bisher. Auch wurde dem für die Programmierer zuständigen Betriebsrat von Anfang an ausdrücklich erklärt, daß weder mit Entlassungen noch damit zu rechnen sei, daß Programmierer ohne ihre Zustimmung anderswohin versetzt würden.

Dennoch ist ganz offenkundig, daß die bisherige Bedeutung des Programmierbüros als eine Schlüsselfunktion der Arbeitsvorbereitung im Schwinden begriffen ist. Die vor einiger Zeit einmal ernsthaft diskutierte personelle Ausweitung (die dann mindestens zwei Programmierern auch die Chance der Beförderung zum Gruppenführer eröffnet hätte) kommt jetzt natürlich nicht mehr in Frage; im Gegenteil zeichnet sich bereits eine personelle Ausdünnung ab, da ein Programmierer, der wegen der enttäuschten Aufstiegshoffnungen den Betrieb gewechselt hat, nicht mehr ersetzt wurde.

Gewiß ist die Arbeit im Programmierbüro, die sich stärker auf den systematischen Ausbau von Dateien über Teile, Maschinen oder Fertigungshilfsmittel verlagert hat, heute in mancher Hinsicht interessanter als früher. Doch befürchten die Programmierer, daß sich damit auch eine organisatorische Ausgliederung aus der Arbeitsvorbereitung und die Überführung in die weitgehend auf CAD umgestellte Detailkonstruktion anbahnt, die in der Hauptabteilung Konstruktion und Entwicklung wie auch im Betrieb insgesamt kein besonderes Prestige besitzt (wie sich allein schon an dem hohen Anteil von Frauen - technischen Zeichnerinnen - an deren Personal ermesen läßt).

### 4.3 Konsequenzen für den Betrieb

In betrieblicher Perspektive ist die neue, expertensystem-gestützte Programmierstruktur ein voller Erfolg: Die Facharbeiter in der Fertigung sind auf das neue System "voll abgefahren", wobei der Betrieb mit einem erstaunlich ge-

ringen Weiterbildungsaufwand zu Rande kam, da sich die Facharbeiter sehr schnell untereinander die wichtigsten Kenntnisse und Fertigkeiten beibrachten, nachdem einmal an den ersten Maschinen das neue Programmierverfahren in Gang gekommen war.

Der Programmier-Engpaß scheint definitiv überwunden zu sein, was sich insbesondere bei einem kürzlich hereingenommenen Eilauftrag, der als Einstieg bei einem zukünftigen Großkunden betrachtet wird, sehr positiv bemerkbar machte. Die auch vom kaufmännischen Vorstand geteilte Befürchtung des Leiters der Arbeitsvorbereitung (der für einen Ausbau der Büroprogrammierung mit entsprechender personeller Aufstockung der Programmierkapazität plädiert hatte), daß sich die Nutzung des immer teureren Maschinenparks deutlich verschlechtern würde, hat sich nicht erfüllt. Soweit programmierbedingte Maschinenstillstände nicht durch modernste Steuerungen oder maschinennahe Programmierplätze vermieden werden konnten, steht ihnen, wie jetzt auch die Arbeitsvorbereitung widerstrebend eingestehen muß, eine nennenswerte Verringerung der Wartezeiten und vermutlich (hierzu konnten allerdings wegen eines Einspruchs des Betriebsrates keine genauen Daten vorgelegt werden) auch der Rüstzeiten gegenüber. Außerdem zeigte sich, daß doch viele Facharbeiter bei vielen Aufträgen einfach die Vorschläge des Systems übernehmen, so daß sich hier der Programmieraufwand kaum gegenüber dem bisherigen Zustand erhöht hat, wo ja auch Programmkorrekturen und -optimierungen zunehmenden Aufwand in der Werkstatt (und teilweise auch noch zusätzlich im Programmierbüro) verursachten.

**Mittel- bis langfristig** zeichnen sich allerdings **zwei Probleme** ab, für die vernünftige Lösungen gefunden werden müssen (aber wohl auch können):

Einmal deutet sich schon jetzt eine **Polarisierung der Facharbeiterbelegschaft** an: Auf der einen Seite bildet sich eine Gruppe heraus, die mit zunehmender Souveränität die Möglichkeiten des neuen Systems nutzt; auf der anderen Seite scheint ein nennenswerter Teil der Facharbeiter praktisch immer die Vorschläge des Systems zu übernehmen, so daß von ihnen auch kein Beitrag zur Weiterentwicklung der Wissensbasis zu erwarten ist.

Hierauf wird der Betrieb in absehbarer Zeit zu reagieren haben, vor allem bei der Entlohnung (die jetzige Grundlohndifferenzierung reicht hierfür

nicht aus, während das Akkordsystem die "Selbstprogrammierer" eher benachteiligt als begünstigt) und beim Arbeitseinsatz (wo insbesondere die Frage entschieden werden muß, ob man den beiden Gruppen jeweils andere Aufgabenbereiche zuteilt oder ob man sie nicht im Gegenteil möglichst gemischt einsetzen soll).

Zum anderen scheint die Leistungsverdichtung, die sich gerade bei den qualifizierten Facharbeitern durch verstärkte Übernahme von Programmier- und Dispositionsaufgaben vollzieht, auf Kosten bisheriger Chancen und Möglichkeiten ihrer **Weiterqualifizierung** im **Arbeitsalltag** (oder auch durch mehr oder minder beiläufiges Lesen von Fachzeitschriften u.ä.) zu gehen. Der Betrieb wird also zweifellos demnächst damit beginnen müssen, wesentlich systematischer als bisher (und wohl überwiegend auch innerhalb der bezahlten Arbeitszeit) organisierte Weiterbildungsmöglichkeiten anzubieten.





## Kapitel III

### Qualifikationsbezogene Risiken und Probleme

Die vier imaginären Fallbeispiele des vorausgegangenen Kapitels haben gezeigt, daß mit der Einführung von Expertensystemen sehr verschiedenartige Konsequenzen für die Beschäftigten verbunden sein können; gleiches gilt auch für die im Gefolge dieser Konsequenzen möglicherweise auftretenden betrieblichen Probleme. Risiken für die Beschäftigten und Probleme für die Betriebe fallen offenkundig sehr verschieden aus: je nach dem Rationalisierungsstrategischen Kontext, in dem die Einführung erfolgt; je nachdem, ob die Leistungsfähigkeit von Expertensystemen im jeweiligen Anwendungsfall einigermaßen realistisch eingeschätzt wird oder nicht; je nach den betrieblichen Ausgangs- und Rahmenbedingungen wie Fertigungsstruktur, vorhandenes Personal u.ä.; endlich auch je nachdem, welche Arbeitskräftegruppe direkt oder indirekt von dem neuen System betroffen wird.

Auch muß noch einmal nachdrücklich darauf hingewiesen werden, daß diese Fallbeispiele notwendigerweise fiktiven Charakter tragen, da noch keine wie immer verallgemeinerbaren empirischen Beobachtungen über die Auswirkungen von "eingeschwungenen", im Normalbetrieb befindlichen Expertensystemen in der fertigenden Industrie vorliegen.

*Trotz aller Vorbehalte scheint es möglich, eine generelle Struktur der qualifikatorischen Wirkungen von Expertensystemen zu identifizieren, die in verschiedenen Varianten in sehr vielen vorstellbaren Anwendungsfällen wiederfindbar ist. Diese Struktur - die vor allem anderen durch den Mechanismus unbeabsichtigter und unerwarteter Nebeneffekte und Folgewirkungen bestimmt ist - sei nun etwas systematischer skizziert, um aus ihr einige charakteristische Risiken für die Arbeitnehmer und Probleme für die Betriebe abzuleiten.*

Sicherlich bedeutet dies nicht, daß sich diese Risiken und Probleme tatsächlich immer dann manifestieren müßten, wenn Expertensysteme eingeführt werden; und schon gar nicht ist es möglich, konkrete Risiko- und Problemkonstellationen zu benennen, die dann auch erst wirkliche Betroffenheitsanalysen erlauben würden. Allerdings scheint die Wahrscheinlichkeit dafür, daß bei vielen Anwendungsfällen unter den heute absehbaren Bedingungen derartige Wirkungen eintreten, so hoch, daß schon jetzt - in den Schlußfolgerungen - sinnvollerweise gefragt werden kann, welche präventiven Maßnahmen bereits heute vorzubereiten, zu empfehlen oder in die Wege zu leiten wären.

### **1. Die generelle Wirkungsstruktur von Expertensystemen - Große Bedeutung nicht-intendierter Effekte**

Expertensysteme werden - hierauf wurde schon in Kapitel I aufmerksam gemacht - in aller Regel nicht als isolierte, kontextunabhängige Innovation eingeführt, wie dies etwa für eine Werkzeugmaschine gilt oder auch bei den herkömmlichen DV-Anwendungen in aller Regel der Fall war. Expertensysteme setzen vielmehr stets eine existierende DV-Umwelt voraus, in die sie integriert werden (müssen), da nur dann wesentliche Voraussetzungen für ihren effizienten Einsatz gegeben sind. Auch entspricht ein zentrales Motiv für ihre Einführung vielfach genau der Absicht, Barrieren zu durchbrechen, die bisher einer umfassenden, genaueren und zuverlässigeren informationstechnischen Kontrolle und Steuerung betrieblicher Abläufe entgegenstanden.

Deshalb kann sich die Analyse potentieller Wirkungen von Expertensystemen nicht, wie dies bei einer punktuellen Innovation vielleicht zulässig wäre, auf die Frage beschränken, welche Effekte - z.B. für Arbeitssituation und Qualifikationsanforderungen der direkt oder indirekt betroffenen Beschäftigten - dann zu erwarten sind, wenn die explizit mit ihrer Einführung verbundenen Ziele und Absichten realisiert werden. Diese eher naive Form von Technikfolgenabschätzung (die ja auch bei anderen Typen von Innovation zunehmend als unzulänglich kritisiert wird) kann im Falle von Expertensystemen zu sehr schwerwiegenden und weitreichenden Fehlurteilen führen, da gerade bei der Einführung von Expertensystemen in großem Umfange mit Wirkungen zu rechnen ist, die nur recht wenig mit den intendierten Effekten zu tun haben.

*Expertensysteme können vor allem aus zwei Gründen in großem Umfange Veränderungen in Arbeitsabläufen, Arbeitssituationen und Qualifikation auslösen, die bei ihrer Einführung weder beabsichtigt noch vorhergesehen (und vielleicht auch weitgehend unvorhersehbar) waren:*

*Der erste Grund liegt in der (im Kapitel I hervorgehobenen) vermutlichen Diskrepanz zwischen der impliziten Theorie von Qualifikation in der KI-Forschung und ihren Anwendungen einerseits und der Realität von Qualifikation und Qualifizierung industrieller Fachkräfte andererseits.*

Je größer diese Diskrepanz ist, desto mehr ist auch damit zu rechnen, daß mit der Einführung von Expertensystemen Absichten und Erwartungen verbunden sind, die sich in der betrieblichen Praxis nicht realisieren lassen - ob es sich nun um direkt oder indirekt expertenersetzende oder aber um expertenunterstützende Wirkungen handelt. Damit können im unmittelbaren Anwendungsfeld von Expertensystemen Veränderungen in den Arbeitsbedingungen, den Qualifikationsanforderungen und den Notwendigkeiten wie Chancen von Qualifizierung eintreten, die wenig mit dem zu tun haben, was sich aus den Pflichtenheften und Leistungsbeschreibungen der Systemhersteller ableiten läßt.

*Der zweite Grund liegt in dem systemischen Charakter der Wirkungen von Expertensystemen. Wegen ihrer Integration in bereits existierende DV-Systeme und -Netze lösen Expertensysteme in erheblichem Umfange Effekte aus, die sich über das unmittelbare Anwendungsfeld - sachlich vermittelt und zeitlich verzögert - hinaus fortpflanzen.*

Solche systemischen Wirkungen können sich auf verschiedene Weise einstellen. So können z.B. Expertensysteme auch in benachbarten, vor- oder nachgeschalteten betrieblichen Bereichen Prozesse der Rationalisierung und Formalisierung in die Wege leiten, die bisher eingespielte und effiziente Praktiken und Routinen zerstören oder blockieren; sie können bestimmten betrieblichen Stellen eine deutlich erhöhte Eingriffsmöglichkeit in betriebliche Abläufe geben; oder sie können (hierdurch) die herkömmlichen betrieblichen Macht- und Einflußstrukturen, die in vielfältiger Weise den täglichen Arbeits- und Betriebsablauf bestimmten, in Frage stellen; u.ä.

*Sehr vieles spricht dafür, daß derartige Fern- und Folgewirkungen eines zumindest partiell erfolgreichen Einsatzes von Expertensystemen in einer Weise auftreten werden, die es den Beteiligten und Betroffenen nahezu unmöglich macht, sie mit dem speziellen Ereignis der Einführung eines Expertensystems in Verbindung zu bringen. Dies gilt vor allem deshalb, weil sie sich mit erheblicher zeitlicher Verzögerung gegenüber der Einführung des Expertensystems, also angesichts eines dann schon weitgehend als stabilisiert erscheinenden Zustandes und meist mit dem Charakter unausweichlicher Sachzwänge einstellen.*

Aus dieser generellen Wirkungsstruktur lassen sich **drei Grundtypen von Wirkungen** ableiten, auf die im folgenden unter Verweis auf die imaginären Fallbeispiele von Kapitel II jeweils etwas ausführlicher einzugehen ist.

Zunächst (siehe: 2.) dürfen selbstverständlich die Folgen und vor allem Risiken für die betroffenen Beschäftigten nicht vernachlässigt werden, die **beabsichtigten und erwarteten Wirkungen** des Einsatzes von Expertensystemen in der industriellen Fertigung und den fertigungsnahen Diensten entsprechen.

Sodann (siehe: 3.) sind - ohne Anspruch auf Systematik und Vollständigkeit - charakteristische **Risiken der Arbeitnehmer** zu behandeln, die **im Zusammenhang mit unerwarteten und unbeabsichtigten Nebenwirkungen und Folgeeffekten** des Einsatzes von Expertensystemen auftreten und für die im vorausgegangenen Kapitel mehrere Beispiele benannt worden waren.

Ein letzter Typus von Wirkungen (siehe: 4.) wird dargestellt von **betrieblichen Problemen**, die ihrerseits aus **unbeabsichtigten und unerwarteten Folgewirkungen des Einsatzes von Expertensystemen resultieren**. Hierbei ist zu unterscheiden zwischen Problemen erster und zweiter Instanz. Betriebliche Probleme erster Instanz treten beispielsweise auf, weil im Laufe der Zeit Komponenten der Qualifikation der Arbeitskräfte, wie Erfahrungswissen oder Reaktionssicherheit in unvorhergesehenen Situationen, gewissermaßen verschlissen und nicht mehr neu erworben und ausgebaut werden, obwohl sie als Ergänzung oder zur Korrektur von Leistungen der Expertensysteme nach wie vor dringend benötigt würden. Probleme zweiter Instanz ("Problemlösungsprobleme") liegen dann vor, wenn Betriebe zunehmende Schwierigkeiten haben, auf Probleme erster Instanz adäquat zu reagieren, da im Zusam-

menhang mit dem Einsatz von Expertensystemen und durch ihre unerwarteten Wirkungen seit Jahrzehnten eingespielte und erprobte Kontroll-, Korrektur- und Entscheidungsmechanismen zunehmend blockiert oder außer Kraft gesetzt werden.

## **2. Risiken der Arbeitnehmer aus beabsichtigten Wirkungen**

Bei der Diskussion über mögliche Effekte, die mit der Einführung und dem Einsatz von Expertensystemen für die - direkt oder indirekt - betroffenen Arbeitskräfte verbunden sind, stehen im allgemeinen die intendierten Wirkungen im Vordergrund:

*Von Anwendungen von Expertensystemen, die gemäß einer an tayloristischen Prinzipien orientierten Rationalisierungsstrategie explizit oder implizit expertenersetzende Ziele verfolgen, sind in dieser Perspektive für die betroffenen Fachkräfte erhebliche Verschlechterungen zu erwarten. Diese Wirkungen werden im allgemeinen mit Schlagworten bezeichnet wie: Enteignung von Erfahrungswissen, Ersetzung von Produktionsintelligenz durch Planungsintelligenz, Entwertung herkömmlicher Fachqualifikationen und vertiefte, polarisierende Arbeitsteilung zwischen ausführendem und planendem Personal, also zwischen Facharbeitern und überwiegend praktisch ausgebildeten Technikern auf der einen Seite, Ingenieuren und anderen, wissenschaftlich ausgebildeten Arbeitskräften auf der anderen Seite.*

Solche Wirkungen, die in der Literatur - auch im Zusammenhang mit anderen Formen von Rechneinsatz und Automatisierung in der industriellen Produktion - zunehmend behandelt werden, sollen nicht bagatellisiert oder gar geleugnet werden: eine jahrzehntelange Tradition von industrieller Rationalisierung und von hierarchisch wie funktional arbeitsteiliger Betriebsorganisation; die aus dieser Tradition entstandenen, oftmals sehr festgefügtten Macht- und Einflußstrukturen, denen expertenersetzende Anwendungen von Expertensystemen zusätzliche Verstärkung versprechen; die Dominanz zentralistisch-deterministischer Konzepte bei den meisten Systemherstellern (die sich ja insbesondere auch an den Arbeitsmarktstrukturen in vielen Abnehmerländern orientieren müssen, die kaum industrielle Fachkräfte im deutschen Sinne aufzuweisen haben) - all dies sind Faktoren, von denen Entwicklung, Auswahl und Anwendung von Expertensystemen sehr stark in die

Richtung von Zielen gedrängt werden, die nicht zuletzt die bisherigen Tätigkeiten vieler industrieller Fachkräfte entqualifizieren und ihre charakteristischen Qualifikationen entwerten.

Doch sollte man derartige Wirkungen von Expertensystemen auch nicht überdramatisieren.

Zu beachten ist hierbei vor allem, daß:

- o in der bisherigen Tradition tayloristischer Rationalisierung sehr häufig Tätigkeiten und Arbeitsplätze in erster Linie deshalb "entqualifiziert" wurden, weil zu ihrer Besetzung nicht genügend Fachkräfte, wohl aber ausreichend un- und angelernte Arbeitskräfte verfügbar waren;
- o offenkundig auch in sehr vielen Fällen die "expertenersetzenden" Ziele, die mit dem Einsatz von Expertensystemen verfolgt werden, nicht so sehr die Verdrängung oder entqualifizierende Beschäftigung vorhandener Fachkräfte bezwecken, als vielmehr Reaktionen auf einen mehr oder minder gravierenden Fachkräftemangel darstellen, dem auf diese Weise abgeholfen werden soll.

So scheint es denn relativ unwahrscheinlich, daß in einer Industrie wie der deutschen, die über ein großes Reservoir an berufspraktisch ausgebildeten und erfahrenen industriellen Fachkräften verfügt, betriebliche Rationalisierungspolitiken in großem Umfange explizit darauf abzielen sollten, die Nutzung der Kompetenz dieser Fachkräfte nachhaltig zu vermindern.

*Vermutlich wesentlich dramatischer sind die Risiken einzuschätzen, die sich für die betroffenen Fachkräfte mit den nicht-intendierten Neben- und Folgewirkungen der Anwendung von Expertensystemen verbinden können.*

### **3. Arbeitnehmerrisiken aus nicht-intendierten Neben- und Folgewirkungen**

Unter diesen Risiken sind vor allem drei hervorzuheben, die sich mit Schlagworten als "Qualifikationserosion", "Statusverlust" und "Anforderungsdilemmata" charakterisieren lassen. Alle drei Risiken - die in vielen Fällen erst "schleichend" und so kleinschrittig und verzögert eintreten, daß sie

zunächst weder von den Betroffenen noch von ihren Beschäftigern wahrgenommen und dementsprechend auch nur schwer mit der sie verursachenden informationstechnischen Innovation in Verbindung gebracht werden können - dürften recht eng mit dem Überschätzungsgrad der Leistungsfähigkeit des jeweiligen Expertensystems zusammenhängen. Doch kann ihr Auftreten auch in anderen Einsatzformen nicht ausgeschlossen werden.

### 3.1 Qualifikationserosion

*Die langsame und zunächst wohl ganz unmerkliche, aber irgendwann irreversible Erosion von Qualifikation industrieller Fachkräfte im Einsatzfeld von Expertensystemen kann sich vor allem über drei Mechanismen vollziehen, die auch bei anderen Formen der Automatisierung menschlicher Verrichtungen beobachtbar sind, jedoch bei der für Expertensysteme charakteristischen Automatisierung von "intelligenter" Tätigkeit besondere Virulenz erlangen.*

*Für alle drei Mechanismen ist charakteristisch, daß sie nicht so sehr vorhandene Kompetenzen unmittelbar zerstören, als vielmehr die Prozesse arbeitsalltäglichen Lernens blockieren, mit deren Hilfe die Qualifikation industrieller Fachkräfte unter normalen Bedingungen gewissermaßen "am Leben gehalten", kontinuierlich erneuert, neuen Gegebenheiten und Anforderungen angepaßt und vielfach auch erweitert bzw. vertieft wird. Insoweit diese Mechanismen wirksam werden, bedeuten sie also für bereits eingesetzte Fachkräfte, daß sie über kurz oder lang wesentliche Teile der früher erworbenen Kompetenz verlieren. Für neu eingesetzte Nachwuchskräfte bewirken sie, daß es ihnen - weitgehend unabhängig von der Qualität ihrer Erstausbildung - sehr viel schwerer, wenn nicht vielleicht sogar ganz unmöglich wird, die volle Kompetenz überhaupt einmal zu erreichen, die früher mit einer bestimmten Erstausbildung nach einer gewissen Zeit praktischer Erfahrung fast selbstverständlich verbunden war.*

Im einzelnen ist zu diesen **drei Mechanismen der Qualifikationserosion** anzumerken:

#### (1) Verlust von Erfahrungsmöglichkeiten

Wie auch in den Fallbeispielen A und B postuliert, nehmen beim Einsatz von Expertensystemen vielfach Zahl und Art der Gelegenheiten ab, bei denen



Arbeitskräfte steuernd und regelnd in Produktionsprozesse einzugreifen haben. Entsprechend reduziert sich die Möglichkeit, Erfahrungen mit Reaktionsweisen der zu betreuenden und zu steuernden Systeme zu machen, hierbei auftretende Wechselwirkungen und Dynamiken kennenzulernen und damit die eigene Kompetenz zur Systembeherrschung weiterzuentwickeln.

Simulationsverfahren bieten hier keine grundsätzliche Lösung, da sie ja im Prinzip nur vorhersehbare bzw. vorhergesehene Prozeßverläufe und Prozeßstörungen nachbilden, aber genau nicht die Grenz- und Ausnahmefälle, an denen sich Erfahrungswissen neu bildet.

## **(2) "Entsinnlichung" der Tätigkeit**

Die Anwendung von Expertensystemen ist vielfach eine weitere und wichtige Etappe der "technischen Mediatisierung" im Verhältnis zwischen arbeitendem Menschen und Produktionsprozeß; im Verlauf dieses Prozesses werden immer neue Schichten technischer Sensorik und Effektorik zwischen das materielle Produktionsgeschehen und die menschlichen Sinne eingezo-gen, die auf seine Wahrnehmung und Beeinflussung gerichtet sind. Wahrnehmbarkeit und Erfahrbarkeit sind auf bloß symbolische Abbildungen des realen Geschehens - in der Sprache der Informatik: die "Benutzeroberfläche" - zurückgedrängt. Es wird dem Arbeitenden unter Wirkung dieses Mechanismus (der bisher nur ganz unzureichend erforscht ist) offenbar zunehmend schwieriger, durch die technischen Medien hindurch noch "Gefühl" und "Gespür" für Systemzustände und Prozeßabläufe zu gewinnen, obwohl genau dies offenkundig eine wichtige Form ganzheitlichen Lernens ist.

## **(3) Verfall von Wissen und Können durch mangelnde Übung**

Dieser Mechanismus ist als Problem von Leitstandstätigkeiten bei weitgehend automatisierten Prozeßabläufen seit längerem bekannt und diskutiert. Er kann bei der Anwendung von Expertensystemen deshalb stark an Bedeutung gewinnen, weil und insoweit diese innerhalb des - eingeschränkten - Bereichs noch verbleibender menschlicher Interventionen der Herausbildung von Verhaltensweisen Vorschub leisten, die bei Störfällen und anderen Ausnahmesituationen zur Abwälzung der notwendigen Entscheidung auf das Sy-

stem tendieren, statt zur aktiven Reduktion von Unsicherheit durch eigene Diagnosebemühungen.

Mechanismen der skizzierten Art sind in den - fiktiven - Fallbeispielen des vorausgegangenen Kapitels mehrfach illustriert:

Der Verlust von Erfahrungsmöglichkeiten ist z. B. im Hinblick auf Störungsdiagnose und Störungsbeseitigung bei den Anlagenführern im Fall A deutlich ausgeprägt. Daß die Entsinnlichung der Arbeitstätigkeit durch technische Mediatisierung des Verhältnisses zum materiellen Produktionsprozeß ein erhebliches qualifikatorisches Risiko darstellt, sofern nicht explizit Ausgleichsmechanismen geschaffen werden, läßt sich gut an den jüngeren Umschülern von Fall B demonstrieren. Der Verfall von Wissen und Können durch mangelnde Übung konstituiert - verstärkt durch den nahezu unausweichlichen Zwang zu einem risiko-minimierenden Verhalten - das zentrale qualifikatorische Risiko bei den Instandhaltungsfacharbeitern in Fall A. Usf.

### 3.2 Statusverlust

*Eine Beeinträchtigung von Status und Position im Betrieb ergibt sich nahezu unausweichlich aus einem absoluten oder auch nur relativen Verlust an fachlicher Kompetenz. Damit ist fast immer auch ein spürbarer Verlust an Chancen verbunden, in dem Netz mehr oder minder informeller arbeitsalltäglicher Verhandlungen die eigenen Interessen gegenüber Arbeitskollegen, Vorgesetzten und der betrieblichen Organisation zu wahren.*

*Dieses Risiko ist um so ernster zu nehmen, als die verminderten Chancen der Interessendurchsetzung ihrerseits im Folgezuge zu einem weiteren Verlust an Qualifizierungsmöglichkeiten führen können, so daß die Herausbildung einer ausgesprochenen "Abwärts-Spirale" nicht ausgeschlossen werden kann, wie sich dies etwa bei den Einrichtern und Meistern im Fall C anzudeuten beginnt.*

*Eine weitere Beeinträchtigung von betrieblichem Status und arbeitsprozessualer Autonomie der Fachkräfte ergibt sich beim Einsatz von Expertensystemen (noch mehr als bei konventionellen Formen von DV-Einsatz) daraus, daß im Verlauf ihrer Einführung die betroffenen Arbeitsvollzüge möglichst detailliert analysiert*

*und anschließend formalisiert und standardisiert werden, da auch Expertensysteme allenfalls mit geringer Unbestimmtheit umgehen können.*

Die hierdurch erzielte reale (oder auch nur vermeintliche) höhere Transparenz der zeitlichen und sachlichen Abläufe kann vom Betrieb dazu genutzt werden, die Auslastung der Arbeitskräfte zu erhöhen, ihre Leistung zu verdichten, Zeitpuffer, die sie sich geschaffen hatten, abzubauen und das Betriebsgeschehen insgesamt straffer durchzuplanen. Dies kann - wie Fall D demonstriert - sogar Fachkräfte treffen, deren Kompetenz durch die Anwendung von Expertensystemen gestärkt werden soll.

Zugleich wird hierdurch den Fachkräften ein wichtiger Teil ihres "Kontenwissens" (wie man den analogen Sachverhalt bei Büroangestellten nennt) genommen oder entwertet, ihre besondere Kenntnis der Stärken und Schwächen bestimmter Anlagenteile o.ä. Sie verlieren auf diese Weise wichtige Autonomiespielräume, innerhalb derer sie beispielsweise auch betriebliche Planungsfehler abfangen konnten. Sie verlieren hiermit vor allem an Status und Einfluß, die sie bisher aus ihrem unersetzlichen Wissen und ihrer darauf aufbauenden Fähigkeit, sich auch in schwierigen Situationen zurechtzufinden, bezogen hatten.

Es versteht sich von selbst, daß dieses Risiko des Verlusts von Status und Autonomie im Kontext tayloristischer Rationalisierung größer ist als dann, wenn Expertensysteme mit einer nicht-tayloristischen Zielsetzung eingesetzt werden. Es kann jedoch sehr wohl auch in diesem Fall auftreten und - überwiegend ablehnende - Reaktionen von Fachkräften auslösen, die in scheinbar unerklärlichem Widerspruch zu den an sich mit dem Einsatz von Expertensystemen verfolgten Zielen stehen.

### **3.3 Anforderungsdilemmata**

Das dritte hier zu nennende Risiko für die Arbeitskräfte besteht im Auftreten neuartiger und sehr ernst zu nehmender Belastungen, die ihrerseits eng mit den Risiken von Qualifikationserosion und Statusverlust verbunden sind. Auch dieses Risiko ist nicht gänzlich neuartiger Natur, erhält jedoch im Zusammenhang mit der zunehmenden Informatisierung, die durch den Einsatz

von Expertensystemen weiter vorangetrieben wird, eine weitaus höhere Aktualität und Virulenz als bisher.

*Das Risiko von widersprüchlichen Anforderungen, die Arbeitnehmer vor ein schwer lösbares Dilemma stellen können, ergibt sich vor allem daraus, daß Fachkräfte einerseits für die effiziente und verantwortungsvolle Ausführung ihrer Tätigkeit bestimmte Kompetenzen benötigen, daß es ihnen jedoch andererseits in einer informatisierten Umwelt nicht oder nur sehr begrenzt möglich ist, diese Kompetenzen zu entwickeln, zu erhalten bzw. an sich neu herausbildende Verhältnisse und Anforderungen anzupassen. Die Fachkräfte laufen demzufolge Gefahr, daß sie für Abläufe verantwortlich gemacht werden, die sie allenfalls noch partiell beherrschen können und daß ihnen als Versagen angerechnet wird, was in Wirklichkeit zwangsläufig aus der begrenzten Leistungsfähigkeit von Expertensystemen resultiert.*

Ein typisches Beispiel hierfür sind die Instandhalter in Fall A.

Am besten läßt sich dieser Sachverhalt bei Arbeitskräften auf Leitständen oder Steuerständen (oder in ähnlichen Arbeitskonfigurationen) demonstrieren. Im normalen Arbeitsalltag müssen diese aufgrund technischer Zwänge oder organisatorischer Vorgaben darauf vertrauen, daß die Steuerungs- und Störungsmelde-Systeme an ihrem Arbeitsplatz zuverlässig funktionieren. Ihre Aufgabe beschränkt sich also unter Normalbedingungen im wesentlichen darauf, bei Abweichungen der Ist-Werte bestimmter Parameter von den Soll-Werten die ihnen vom technischen System (insbesondere einem Expertensystem) nahegelegten Schlüsse zu ziehen und Schritte zu ergreifen; alles andere - z.B. die Produktion unterbrechen, den Wartungsdienst alarmieren, den zu Hause in Rufbereitschaft stehenden Meister oder Ingenieur herbeiholen - würde als Beweis mangelnder Kompetenz ausgelegt.

In Ausnahmefällen wird hingegen von ihnen eine ganz andere Form von Arbeitshandeln ebenso selbstverständlich verlangt, dessen Erfolg vor allem davon abhängt, daß sie aus unvollständigen und unzuverlässigen Informationen schnell einen umfassenden Überblick über ein komplexes technisches Geschehen gewinnen. Dies setzt erhebliche Vertrautheit mit Prozessen, Funktionen und Anlageteilen voraus, um die man sich im normalen Arbeitsalltag nicht zu kümmern braucht und die weitgehend nach dem Prinzip des schwar-

zen Kastens" behandelt werden dürfen. In Ausnahmesituationen müssen sie jedoch, zumindest in großen Zügen verstanden, sein, wenn es nicht zu Fehlreaktionen kommen soll.

*Ein Dilemma für Arbeitskräfte, die sich mit solchermaßen widersprüchlichen und widerstreitenden Anforderungen konfrontiert sehen, entsteht also immer dann, wenn sich eine Situation entwickelt, die von den informations-, meß- und steuerungstechnischen Systemen, denen im normalen Arbeitsalltag (schon aus Zeitgründen) vertraut werden muß, nicht mehr eindeutig erfaßt und nachvollzogen werden kann. Dann muß nämlich die Arbeitskraft - und zwar zumeist sehr schnell und ohne über die hierzu eigentlich notwendigen Daten zu verfügen - entscheiden, auf einen ganz anderen, überwiegend eben nicht mehr systemgestützten Handlungszusammenhang umzuspringen, den sie aber mangels Übung und Erfahrung nicht mehr wirklich zuverlässig beherrscht.*

Daß sich hieraus dann Reaktionen ergeben können, die im betrieblichen Interesse höchst negativ sind, ist sehr plausibel: Panikreaktionen, in denen dann bestimmt das Falsche getan wird; aber auch, wie im Fall A, ein Verhalten, das bewußt Risiken minimiert, dem Betrieb damit an sich vermeidbare Kosten erzeugt und längerfristig, weil eben Lerngelegenheiten nicht mehr wahrgenommen werden können, auch die eigene Kompetenz gefährdet.

In eine ähnliche Lage können Arbeitskräfte auch dann geraten, wenn sie zwar die zu verantwortlichem Handeln notwendige Kompetenz besitzen, ihnen aber die sachlichen und vor allem zeitlichen Umstände keine Gelegenheit lassen, diese ihre Kompetenz einzusetzen. Dies ist vor allem dann der Fall, wenn wegen überschätzter Leistungsfähigkeit von Expertensystemen und - korrespondierend - wegen Unterschätzung der von den Fachkräften alltäglich in die Arbeit eingebrachten Leistungen diagnostischer, planerischen und dispositiver Natur die technisch-organisatorische Auslegung der Arbeitsplätze und Aufgaben für die Erbringung solcher Leistungen keinen ausreichenden Raum mehr läßt, während von den Arbeitskräften nach wie vor eine umfassende Verantwortlichkeit für Anlagenzustand oder Prozeßablauf gefordert wird.

#### 4. Betriebliche Probleme

Mehr noch als Risiken für die Beschäftigten sind betriebliche Probleme, die im Zusammenhang mit dem Einsatz von Expertensystemen entstehen können, vor allem Ausdruck oder Konsequenz nicht-intendierter und unerwarteter Neben- und Folgewirkungen (einigermaßen vernünftige Gestaltung der betrieblichen Organisationsstrukturen und Entscheidungsabläufe vorausgesetzt).

Ähnlich wie die Risiken für die Beschäftigten sind auch die meisten im Zusammenhang mit dem Einsatz von Expertensystemen vorstellbaren betrieblichen Probleme nicht gänzlich neuartiger Natur. Sie waren bzw. sind vielmehr überwiegend auch schon im Zusammenhang mit bisherigen Rationalisierungsmaßnahmen, Automatisierungsschritten und Anwendungen von EDV zu beobachten; doch dürften sie beim Einsatz von Expertensystemen wesentlich gravierender werden. Diese Vermutung begründet sich insbesondere durch die Möglichkeit, daß betriebliche Versuche, diese Probleme zu lösen, eine positive, die eigentlichen Problemursachen verstärkende Rückkopplung in Gang setzen, z.B. indem sie in eine sich selbst verstärkende Wechselwirkung mit den Reaktionen der Arbeitskräfte auf gleichzeitig für diese manifest werdende Risiken treten.

*Bei den betrieblichen Problemen im Gefolge der Anwendung von Expertensystemen müssen also solche erster und solche zweiter Instanz unterschieden werden:*

*Probleme erster Instanz entstehen im hier behandelten Zusammenhang vor allem dadurch, daß - als unbeabsichtigte und unerwartete Folgewirkung der Einführung von Expertensystemen - Kompetenzen, Motivationen und andere Verhaltensdispositionen und Verhaltenspotentiale der Arbeitnehmer verlorengehen, auf die der Betrieb doch nach wie vor noch angewiesen ist.*

*Probleme zweiter Instanz charakterisieren sich dadurch, daß der Betrieb in seiner Fähigkeit beeinträchtigt wird, die Probleme erster Instanz realistisch zu perzipieren und auf sie in effizienter Weise zu reagieren.*

**Betriebliche Probleme erster Instanz sind den eben behandelten qualifikationsbezogenen Arbeitskräfterisiken weitgehend komplementär. In dem Maße,**

*in dem (als zentrale Ursache des Auftretens von nicht-intendierten und unerwarteten Folgewirkungen) die Vorstellung von Qualifikation und Qualifizierung industrieller Fachkräfte, die den Konzepten und Einsatzformen von Expertensystemen zugrunde liegt, unrealistisch ist, besteht für die Betriebe die Gefahr, daß die bei den Fachkräften präsenten Qualifikationen und Kompetenzen zunehmend hinter dem zurückbleiben, was (nach wie vor, vielleicht sogar noch mehr als bisher) gebraucht wird.*

Einerseits sind ja bei den Fachkräften viele Qualifikationskomponenten bedroht: Auf Erfahrung gegründete (und sich demzufolge der Erfassung und Formalisierung durch "Wissensingenieure" zumindest partiell entziehende) Kenntnisse, die Kompetenz zur Beurteilung komplexer Situationen auch bei unvollständigen oder nur partiell zuverlässigen Informationen und/oder die Fähigkeit, mit unerwarteten und neuen Problemen fertigzuwerden und hierbei die eigene Qualifikation zu erweitern, laufen Gefahr, schrittweise verloren zu gehen.

Andererseits werden jedoch solche Kenntnisse, Kompetenzen und Fähigkeiten, weil sie eben durch Leistungen des Expertensystems, zumindest in ungewöhnlichen und schwierigen Situationen, nicht substituierbar sind, nach wie vor vom Betrieb dringend benötigt.

*Diese Diskrepanz zwischen vorhandenen und benötigten Kompetenzen wird vielfach nicht schon bei der Implementation des Expertensystems, sondern erst im Laufe der Zeit - möglicherweise zunächst nur in eher harmloser Form - manifest. Zunächst sind die in ihrem bisherigen Arbeits-bereich verbleibenden Fachkräfte meist durchaus noch in der Lage, sich zu behelfen und richtig zu reagieren, wenn das Expertensystem auf Grenzen seiner Diagnose- oder Planungsfähigkeit stößt; diese Kompetenz geht erst im Laufe der Zeit unmerklich verloren, je mehr sich der Umgang mit dem Expertensystem und das ja in vieler Hinsicht entlastende Vertrauen in die Richtigkeit seiner Diagnose- oder Planungsvorschläge eingespielt haben.*

*Diese für das Auftreten von Problemen erster Instanz charakteristische Zeitstruktur spielt auch eine wesentliche Rolle bei der **Auslösung von betrieblichen Problemen zweiter Instanz**, die man verkürzt auch als "Problemlösungs-Probleme" bezeichnen könnte.*



Der hierfür charakteristische Ablauf läßt sich wie folgt skizzieren:

- o Als Ergebnis von Problemen erster Instanz wird zu einem Zeitpunkt, zu dem die Implementation des Systems längst abgeschlossen ist, offenkundig, daß die spontane und alltägliche Lernfähigkeit der Fachkräfte und ihr Niederschlag in "unbestimmten", in Ausnahmesituationen sehr wichtigen Qualifikationskomponenten, auf die sich der Betrieb bisher ganz selbstverständlich verlassen konnte, auf wichtigen Gebieten nicht mehr gegeben sind.
- o Dies wird von den zuständigen betrieblichen Instanzen, denen es kaum möglich ist, noch einen kausalen Zusammenhang mit der eigentlichen Problemursache herzustellen, als Symptom qualifikatorischer Überforderung ihrer Fachkräfte durch die neue Technik gedeutet.
- o Demzufolge werden Lösungen in einer Richtung gesucht, die das ursprüngliche Problem noch verschärft, indem man z.B. durch informationstechnische und/oder organisatorische Veränderungen die expertensetzenden Funktionen des eingesetzten Expertensystems akzentuiert oder durch vertiefte Arbeitsteilung den Fachkräften bisher noch verbliebene Spielräume für Ermessensentscheidungen nimmt.

*Auf diese Weise wird ein Teufelskreis in Gang gesetzt, der nur schwer zu durchbrechen ist. Denn auch der naheliegende Versuch, diesem Problem mit direkter oder (durch Ausbau seiner "Erklärungskomponente") indirekter Nutzung des Expertensystems für qualifikatorische Zwecke entgegenzuwirken, dürfte wenig Aussicht auf Erfolg haben. Die defizitär gewordenen Qualifikationselemente und -komponenten decken ja genau die Bereiche ab, die nicht auf zureichende Weise in Expertensystemen abbildbar und modellierbar sind.*

*Das Auftreten solcher "Problemlösungs-Probleme" wird nicht zuletzt dadurch gefördert, daß im Zusammenhang mit der Einführung von Expertensystemen auch die erprobten Praktiken der Wirtschaftlichkeitsberechnung von betrieblichen Innovationen und damit letztendlich auch die bisherige Rationalität des betrieblichen Innovations- und Investitionsverhaltens in Frage gestellt werden.*



Partielle, auf ein bestimmtes Innovationsvorhaben bezogene Wirtschaftlichkeitsberechnungen setzen ja voraus, daß ex ante alle wesentlichen Kosten- und Ertragspositionen mit einigermaßen akzeptablen Fehlermargen festgestellt werden können. Je mehr jedoch eine Innovation unerwartete und nicht-intendierte Wirkungen und Folgeeffekte auslöst, desto weniger wird es möglich, vorausschauend ihre Kosten und Erträge zu bestimmen. Dies gilt insbesondere dann, wenn derartige Neben- und Folgewirkungen - wie eben am Problem des schleichenden Verlustes von Qualifikationen demonstriert - die Funktionstüchtigkeit und Leistungsfähigkeit der gesamten neuen, durch die Innovation geschaffenen betrieblichen Verhältnisse bedrohen.

Das hiermit bezeichnete Problem von unrealistischen mit einer Innovation oder Investition verknüpften Rentabilitätserwartungen ist an sich in der industriellen Praxis keineswegs neu. Viele Erfahrungen belegen, daß diese Form von "Lehrgeld" sogar sehr nützlich angelegt sein kann; auch erweist sich im Laufe der Zeit manche Fehlinvestition dann doch als nützlicher Bestandteil in einer insgesamt umstrukturierten Organisation der Fertigung. Zum wirklichen Problem werden unrealistische Wirtschaftlichkeitsberechnungen einer Innovation erst dann, wenn auch nach Abschluß des Innovationsvorhabens die wirklichen Kosten bzw. die Ursachen von Ertragsminderungen unsichtbar bleiben oder nicht in ihrem wirklichen Entstehungszusammenhang gesehen werden, da dann weder richtige Schlußfolgerungen für Folgeinnovationen gezogen, noch auch nachträgliche Korrekturen vorgenommen werden können.

Diese Gefahr ist bei Expertensystemen dann groß, wenn sie dazu beitragen, "geschlossene", systemisch verknüpfte DV-Welten entstehen zu lassen, die dazu tendieren, als Realität nurmehr anzuerkennen, was den Filter informationstechnischer Abbildung und Modellierung passiert hat, und alle anderen Tatbestände aus dem Gesichtsfeld der Entscheider zu verdrängen. Dies gilt um so mehr, als ja oftmals noch in früheren Arbeitssituationen erworbene - aber in der Perspektive der Modell-Logik verborgene - Kompetenzen der Fachkräfte zumindest noch während einer gewissen Zeit dazu beitragen können, die Kluft zwischen Modell und Realität recht und schlecht zu überbrücken, bis mit der - natürlich gleichfalls verborgenen - Erosion dieser Kompetenzen ganz unerwartete Schwachstellen offenkundig werden, deren Ursachen dann kaum mehr zu ermitteln sind.

*Solche Probleme zweiter Instanz sind also vor allem deshalb ernst zu nehmen, weil sie Betriebe dazu veranlassen können, auch dann auf dem einmal eingeschlagenen Weg fortschreitender Automatisierung von qualifizierter Arbeit weiterzugehen, wenn eine realistischere - aber dann eben kaum mehr mögliche - Betrachtungsweise sehr große Zweifel daran nahelegen müßte, daß hiermit Effizienz und Rentabilität gesteigert werden können.*



# Schlußfolgerungen

## Erste Überlegungen zu möglichen politischen Konsequenzen

Aus Gründen, auf die mehrfach hingewiesen wurde, tragen die Überlegungen, Ableitungen und Aussagen der vorstehenden Kapitel vorläufigen und ungesicherten Charakter. Insofern ist es kaum zu verantworten, auf ihrer Grundlage detaillierte Planungs- oder gar Entscheidungsempfehlungen für Exekutive oder Legislative zu formulieren.

Dennoch erscheint es möglich, aus ihnen einige erste Schlußfolgerungen zu ziehen, die zumindest allgemeine Orientierungen und Stoßrichtungen politischer Maßnahmen nahelegen.

Abschließend seien drei derartige Schlußfolgerungen mit den sich jeweils aus ihnen ergebenden Konsequenzen - technologiepolitischer, arbeits- und sozialpolitischer sowie forschungspolitischer Art - skizziert. Diese Konsequenzen gelten allerdings in ihren Begründungen und ihrer Nutzenanwendung zumeist nicht ausschließlich für Expertensysteme. Sie beziehen sich vielmehr auf den deutlich breiteren (und damit auch politisch weitaus bedeutsameren) Prozeß der rechnergestützten Rationalisierung und Automatisierung industrieller Produktion, der freilich durch die Anwendung von Expertensystemen zusätzliche - erhebliche? - Schubkraft erhalten kann.

### 1. Technologiepolitische Konsequenzen

*Mit recht großer Wahrscheinlichkeit werden sich, ohne daß Politik veränderte Rahmendaten setzt, die informationstechnische Entwicklung und die betriebliche Anwendung von Expertensystemen im Bereich der industriellen Fertigung und der fertigungsnahen Dienste eindeutig auf Zielsetzungen, Systemauslegungen und Einsatzformen konzentrieren, die dem Quadranten A von Kap. I - tayloristische*

*Rationalisierung bei überschätzter Leistungsfähigkeit von Expertensystemen - zuzuordnen sind; demgegenüber werden Entwicklungen und Anwendungen im Sinne des Quadranten D - nicht-tayloristische Rationalisierung bei realistischer (d.h. vorsichtiger) Einschätzung der Leistungsfähigkeit von Expertensystemen - ziemlich selten bleiben.*

Diese Annahme kann dadurch nicht nennenswert entkräftet werden, daß bei einer Minderheit von Systementwicklern durchaus andere Anwendungsformen bevorzugt würden und daß diese in vielen Fällen auch den betrieblichen Bedingungen, Bedürfnissen und Interessen deutlich besser entgegenkämen. Zu stark wirkt offenkundig schon heute ein Mechanismus wechselseitiger Verstärkung von:

- o Konzentration des marktgängigen Angebots erprobter, lauffähiger Systeme auf Varianten mit dem expliziten oder impliziten Zweck, die Qualifikation industrieller Fachkräfte zu substituieren und damit diese selbst, sofern knapp und/oder teuer, überflüssig zu machen, einerseits;
- o Konzentration betrieblicher Anwendungen auf tayloristische Rationalisierungsstrategien mit deutlicher Überschätzung der qualifikatorischen Leistungsfähigkeit von Expertensystemen andererseits.

Dieser Mechanismus wird vor allem dadurch begründet, daß in der internationalen Entwicklung (aus Gründen, die nicht zuletzt mit dem weitgehenden Fehlen industrieller Fachkräfte deutscher Art in vielen großen Industrienationen zusammenhängen) Systemvarianten und antizipierte Anwendungsformen stark überwiegen, die ganz selbstverständlich mit vertiefter Arbeitsteilung zwischen planender und ausführender Arbeit verbunden und von der Zielsetzung bestimmt sind, die Anwenderbetriebe von industriellen, nicht vorhandenen Fachkräften unabhängig zu machen.

Je mehr nun Hersteller und Anwender in der Bundesrepublik Deutschland aus ganz verständlichen Gründen daran interessiert sind, sich den fortgeschrittensten Stand internationaler Entwicklung zu Nutzen zu machen, desto mehr werden sie - und zwar oft, ohne sich überhaupt der Tatsache bewußt zu sein, daß es sich hierbei um eine rationalisierungsstrategische Option mit

weitreichenden Konsequenzen handelt - in Richtung auf den Quadranten A gedrängt.

Je mehr dann wiederum diesem Quadranten entsprechende Lösungen als dominante Anwendungsformen erscheinen, desto stärker muß sich auch die Systementwicklung auf das Angebot solcher Lösungen konzentrieren, die dann vielen betrieblichen Praktikern auf Messen und Kongressen, in Fachzeitschriften oder bei Informationsveranstaltungen der Hersteller als einzig brauchbare und praxistaugliche Form von Expertensystemen erscheinen.

Die Geschichte der NC- und CNC-Steuerung von Werkzeugmaschinen zeigt sehr deutlich, daß eine solche Wechselwirkung zwischen vereinseitigten Zielsetzungen der Entwicklung und vereinseitigten Anwendungsformen der Praxis eine neue Technik für lange Zeit in einer Richtung festlegen kann, die für sehr viele der beteiligten Betriebe durchaus suboptimal ist.

*Deshalb erscheint es eine gesamtsstaatliche Aufgabe hohen Ranges, durch geeignete technologiepolitische Fördermaßnahmen darauf hinzuwirken, daß im Angebot marktgängiger, anwendungsreifer und erprobter Expertensysteme für die industrielle Fertigung auch Lösungen, die dem Quadranten D - realistische Einschätzung der Leistung von Expertensystemen im Rahmen nicht-tayloristischer, auf die Kompetenz qualifizierter Fachkräfte setzender Rationalisierung - entsprechen, ausreichend vertreten sind.*

Die Kriterien, denen solche Lösungen genügen müssen, sind z.T. bereits in neuen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten definiert, die man unter dem Stichwort "Software-Ergonomie" zusammenfassen kann. Es genügt demzufolge, hier einige Prinzipien zu benennen, ohne sie näher auszuführen:

(1) Expertensysteme, die in der hier behandelten Perspektive vorrangig zu fördern wären, dürfen nicht auf weitgehend automatisierte Planung und Entscheidung ausgelegt sein, sondern müssen sich in erster Linie an den **Zielen intelligenter und problembezogener Informationsbereitstellung und** - vorrangig - **der möglichst komplexen und realistischen Simulation alternativer Abläufe** und durch sie erzeugter Zustände orientieren.

(2) Systeme dieser Art dürfen nicht in einem heute oft gebrauchten Sinne "benutzerfreundlich" sein, was ja vielfach lediglich besagt, daß den Benutzern möglichst eindeutige Situationsdeutungen und schematisch nachvollziehbare Entscheidungsvorschläge präsentiert werden. Vielmehr müssen sie der Forderung nach "**Benutzeroffenheit**" genügen, was bedeuten soll, daß Expertensysteme ihre Benutzer möglichst systematisch dazu anhalten, Unklarheiten und Unbestimmtheiten wahrzunehmen, Fragen zu stellen und - mit oder ohne Hilfe des Systems - nach Erklärungen zu suchen.

(3) Besonders wichtig ist, daß in der hier behandelten Perspektive vorrangig zu fördernde Systeme für Anwendungen auszulegen sind, die geeignet erscheinen, die in der tayloristischen Rationalisierungstradition entstandene Arbeitsteilung zwischen planender und ausführender Arbeit, zwischen Büro und Werkstatt wieder abzubauen. Hierzu scheinen sich **Anwendungen an der Schnittstelle zwischen Büro und Werkstatt** - wie sie beispielsweise in den Fällen C und D dargestellt wurden - besonders zu eignen; bei entsprechend "**werkstattöffener**" Auslegung und einer Benutzeroberfläche, die für Fachkräfte problemlos verständlich ist, können hierdurch in erheblichem Umfang Planungsfunktionen mit beträchtlicher Problemhaltigkeit in die Werkstatt und in den Aufgabenbereich des Werkstattpersonals zurückgeholt werden.

**Förderpolitisch** können die notwendigen Maßnahmen weitgehend im Rahmen des bestehenden Instrumentariums verbleiben; für sie kämen mehrere der bestehenden Förderprogramme des BMFT in Frage. Wichtig ist allerdings, daß sich die Förderung nicht nur auf Forschungs- und Entwicklungsvorhaben beschränken darf, wenngleich erhebliche Forschungs- und Entwicklungsarbeiten unverzichtbar erscheinen. Wirkliche Chancengleichheit bei der praktischen Anwendung von Expertensystemen ist für Alternativen zu primär tayloristisch-expertensetzenden Systemvarianten nur dann gegeben, wenn für wichtige Anwendungen jeweils auch vorbildhafte und möglichst breit übertragbare Betriebserprobungen vorliegen, was vielfach nicht ohne spezifische öffentliche Förderung möglich ist.

## 2. Arbeitspolitische Konsequenzen

*Überblickt man die derzeitige Literatur und Diskussion zum Einsatz von Expertensystemen in der industriellen Fertigung und den fertigungsnahen Diensten, so drängt sich die Vermutung auf, daß in nicht wenigen Fällen mit Expertensystemen technische Lösungen für betriebliche Probleme gefunden werden sollen, die:*

- o ihrem Ursprung nach nicht technischer, sondern vor allem organisatorischer und personalwirtschaftlicher Art sind und*
- o möglicherweise viel besser, effizienter und rentabler mit organisatorischen und/oder personalwirtschaftlichen Maßnahmen gelöst würden.*

*Der Grund hierfür liegt in einer ausgeprägten "Chancenungleichheit" zugunsten technischer und hier wieder insbesondere informationstechnischer gegenüber allen anderen denkbaren Lösungen.*

Diese Chancenungleichheit hat zwei zusammenwirkende Ursachen:

(1) Einerseits werden - hierauf wurde bereits mehrfach hingewiesen - gegenwärtig im Namen von Schlagworten wie "den technischen Fortschritt nicht verpassen", "die neuen Technologien bewältigen" oder "den Anschluß an die Weltspitze halten" in allen großen Industrienationen vom Staat wie von großen Teilen der Wirtschaft sehr große Mittel zur Förderung informationstechnischer Forschung, Entwicklung und Innovation aufgebracht.

Deshalb liegt es dann auch nahe, die Entwicklungsergebnisse möglichst breit einzusetzen und zur Lösung möglichst vieler Aufgaben zu nutzen.

(2) Andererseits wurden personalwirtschaftliche, arbeitsorganisatorische, qualifikatorische und ähnliche Fragen bisher als primär betriebliche Aufgaben betrachtet, deren Lösung ganz überwiegend keine staatliche Aufgabe sei; sie galten aber auch innerhalb der Betriebe als gegenüber technischen, finanzwirtschaftlichen oder Marketing-Problemen durchaus zweitrangig.

Deshalb kann es nicht verwundern, daß die Forschungs-, Entwicklungs- und Innovationspotentiale auf diesem Gebiet insgesamt nur schwach entwickelt sind.



Dieser Zustand war so lange ohne gravierende Konsequenzen, als in der Tat Bildungs- und Ausbildungssystem, Arbeitsmarkt und die gesetzlichen wie tarifvertraglichen Rahmenregelungen des Arbeitsverhältnisses im wesentlichen dazu ausreichten, der Wirtschaft ein nach Qualifikation, Motivation und Leistungspotential ausreichendes Arbeitskräfteangebot sicherzustellen.

In neuerer Zeit mehren sich jedoch die Hinweise darauf, daß dies schon heute immer weniger der Fall ist und vor allem in Zukunft - auf dem Hintergrund von demographischer Entwicklung, steigendem Bildungs- und Anspruchsniveau, zunehmendem Wohlstand und wachsender Freizeitorientierung - immer weniger der Fall sein wird. Deshalb scheint es auch schon jetzt Betrieben - vor allem in einer Phase rascher Innovation der technischen Ausrüstung und der Marktstrategien - immer schwerer zu fallen, sich dauerhaft die benötigten Qualifikationen und Kompetenzen zu beschaffen.

**Betriebe, die auf diesem Hintergrund erstmals mit einer Kompetenz- und Qualifikationslücke in ihrem Personal konfrontiert sind, die sie mit den herkömmlichen personalwirtschaftlichen Prinzipien und Praktiken nicht schließen können, sind weitgehend überfordert.** Sie haben in den meisten Fällen ja nicht einmal die diagnostische Kapazität, die notwendig wäre, um die Symptome, in denen sich die Qualifikationslücke äußert, richtig zu analysieren und zu interpretieren. Sie sind darüber hinaus in oftmals jahrzehntealten, scheinbar bewährten Regelungen und Strukturen - von der Rekrutierung über Ausbildung, Selektion und Beförderung bis zum Entlohnungssystem und den Besetzungsregeln der wichtigsten Arbeitsplätze - so verfangen, daß größere Innovationen nur mit einem sehr großen Begründungs- und Durchsetzungsaufwand realisierbar wären. Für solche Innovationen gibt es jedoch vielfach nirgendwo praktisch erprobte Vorbilder, an denen man sich orientieren und auf die man sich berufen könnte. Und die einschlägige Forschung, die nicht besonders entwickelt ist und oft in ihren jeweiligen Disziplinen eher randständigen Charakter trägt, ist so sehr auf die bestehenden Strukturen und Regelungssysteme bezogen, daß ihre Beiträge eher konservierend als innovierend wirken.

*Es ist es nicht verwunderlich, wenn Betriebe - auch gegen ihre eigenen Interessen und die Interessen der betroffenen Arbeitskräfte - dem massiven Entwicklungs-*

*und Einführungsdruck neuer informationstechnischer Systeme nachgeben und mit Expertensystemen Probleme zu lösen versuchen, die eigentlich ganz anders, nämlich durch Innovationen in der Arbeitsorganisation, in der Qualifizierung, in der Karriereperspektive für Fachkräfte, in der Arbeitsteilung zwischen Fachkräften und Ingenieuren und anderem angegangen werden müßten.*

**Es scheint gegenwärtig und vor allem in Zukunft eine Aufgabe mit ausgesprochen gesamtstaatlichem Charakter zu sein, in dieser Situation den Betrieben externe Hilfe zur Verfügung zu stellen, durch geeignete Maßnahmen ihr diagnostisches und innovatorisches Potential zu stärken und dafür zu sorgen, daß ein vielfältiges Angebot von anwendungsreifen neuen Modellen entwickelt und der Praxis nahegebracht wird.**

*Dies setzt allerdings voraus, daß es gelingt, auf staatlicher Ebene durch erhebliche strukturelle Innovationen überhaupt erst die hierfür notwendigen Voraussetzungen zu schaffen.*

**Um die Voraussetzungen für eine effiziente, zukunftsgerichtete und mit den gesellschafts- und ordnungspolitischen Prinzipien der westlichen Industrienationen vereinbare Arbeitspolitik in dem hier gemeinten weiten - also Qualifizierung und Beschäftigungschancen, ebenso wie Arbeitsschutz und Vertretungsrechte umfassenden - Sinne zu schaffen, scheinen vor allem drei Typen von institutionellen Innovationen notwendig:**

(1) Eine **Neuordnung**, Zusammenfassung und Stärkung **der Zuständigkeiten**, die gegenwärtig auf ganz verschiedene Ressorts aufgeteilt sind und in der parlamentarischen Arbeit nur zersplittert und fragmentiert wahrgenommen werden können.

(2) Die **Herstellung funktionierender Kooperationsbeziehungen** zwischen öffentlicher Hand und Wirtschaft, wie sie z.B. in der Technologiepolitik und in anderen Teilpolitiken seit langem bestehen, wobei die Wahrnehmung arbeitspolitischer Aufgaben im Verbund von Staat und Wirtschaft zwingend die Einbeziehung der Gewerkschaften erfordert.

(3) Der **Aufbau der benötigten Umsetzungs- und Transferinstanzen**, der überwiegend (abgesehen von einzelnen möglichen Ansätzen und Kristallisa-

tionskernen, wie z.B. dem RKW und meist kleineren Fachabteilungen bei einzelnen Verbänden) von Grund auf erfolgen müsste.

Strukturelle Innovationen dieser Art sind sicherlich schwierig zu realisieren; doch darf dies kein Grund sein, weiterhin eine Aufgabe zu vernachlässigen, deren Lösung von hoher Bedeutung für die wirtschaftliche Zukunft der Bundesrepublik Deutschland sein kann.

### 3. Forschungspolitische Konsequenzen

*Staatliche - exekutive und legislatorische - Maßnahmen technologiepolitischer und arbeitspolitischer Art setzen eine leistungsfähige Forschungs- und Entwicklungskapazität voraus. Eine solche Kapazität besteht in den Ingenieurwissenschaften seit langem und wird beispielsweise in der Informatik gegenwärtig mit großem Einsatz öffentlicher Mittel rasch ausgebaut.*

**Sehr viel problematischer ist hingegen die Lage bei den primär arbeits- und arbeitskraftbezogenen Wissenschaften.**

Hier entstanden die einschlägigen Forschungs- und Entwicklungseinrichtungen - von einigen Ausnahmen wie beispielsweise dem Bundesinstitut für Berufsbildung abgesehen - eher anarchisch, unter zufälligen Einflüssen und oftmals in einer Grauzone zwischen Universitäten (die in den jeweiligen Disziplinen bisher kaum dazu in der Lage waren, dauerhafte Forschungskapazitäten selbst aufzubauen und zu halten) und kommerziellen Forschungsinstituten (die allenfalls die Umsetzung anderswo erarbeiteter Grundlagen besorgen könnten).

Die **Leistungsstruktur** ist demzufolge **durch gravierende Defizite charakterisiert**: große Lücken thematischer, methodischer und theoretischer Art; unzulängliche Koordination und Kooperation; große Differenzen in der Qualität der Forschungseinrichtungen, Forscher und Forschungsergebnisse; weitgehendes Fehlen langfristig angelegter Forschungsperspektiven; große Unsicherheit der beruflichen Chancen gerade der spezialisierten und qualifizierten Forscher; u.ä.

Staatliche Förderung beschränkt sich hier bislang nahezu ausschließlich - sieht man einmal von der Gründung einzelner Landesinstitute mit begrenzter Kapazität und meist auch regional eingegrenztem Wirkungsfeld ab - auf die Finanzierung von zeitlich und thematisch eingegrenzten Projekten (typisch hierfür: das Programm der Bundesregierung zur Humanisierung der Arbeitswelt) und konnte auf diese Weise kaum dazu beitragen, die strukturellen Defizite zu überwinden. Ein wichtiger Grund hierfür war und ist, daß in den entsprechenden Disziplinen - vor allem Arbeits- und Organisationspsychologie, Industrie- und Organisationssoziologie, betriebswirtschaftliche Personalwirtschaftslehre, Wirtschafts- und Berufspädagogik - die Institutsgrößen, die sich praktisch herausgebildet haben und offensichtlich auch recht funktional sind, unter der Schwelle für eine gemeinsame Bund-Länder-Finanzierung liegen. Gründung und institutionelle Konsolidierung solcher Einrichtungen ist (oder wäre) also ausschließlich Sache der Bundesländer; die notwendigen Mittel müßten jedoch praktisch überall aus dem Kultus- bzw. Wissenschaftsetat entnommen werden, der durch die Ausbau- und Funktionsprobleme der Hochschulen so sehr in Anspruch genommen ist, daß arbeits- oder technologiepolitische Dringlichkeiten bisher kaum jemals ernsthaft zur Geltung kamen.

**Die insgesamt unzureichende, stark zersplitterte und institutionell weitgehend ungesicherte Forschungskapazität in den primär arbeitskräftebezogenen Disziplinen verstärkt die im Vorstehenden mehrfach hervorgehobene Tendenz, primär technische Lösungen für betriebliche Probleme zu suchen, die in erster Linie Arbeits- und Arbeitskräfteprobleme - hier vor allem: Qualifikationsprobleme - sind.**

**Wenn die Überlegungen dieses Gutachtens nicht gänzlich unsinnig sind, kann der Bund die Verantwortung für die Existenz einer ausreichend leistungsfähigen und kompetenten Forschungs- und Entwicklungskapazität in den arbeits- und arbeitskraftbezogenen Wissenschaften in Zukunft nicht mehr auf die Kultus- und Wissenschaftsministerien der Länder und die Universitäten abschieben.**

Die Aufgaben, die mit hoher Dringlichkeit in Angriff zu nehmen sind, lassen sich ja mit der bestehenden Forschungsstruktur allenfalls auf sehr unzulängliche Weise angehen. Notwendig wären vor allem:

- o Systematische und detaillierte Dauerbeobachtung der technischen Entwicklung und der mit ihr einhergehenden Arbeitsprobleme und Veränderungen in Arbeitsorganisation und Arbeitsinhalten (anstatt mehr oder minder zufälliger, punktueller Erhebungen zu Teilfragen);
- o empirische und konzeptionelle Analyse der komplexen Wechselwirkungen, die beispielsweise zwischen Qualifikation und Kompetenz industrieller Fachkräfte, Einsatz und Anwendungsformen neuer Technologien, neuen Qualifikationsanforderungen und den Anreizen und Chancen von Lernen in Arbeitsprozeß bestehen;
- o realistische Abschätzung der mit industrieller Rationalisierung und technischer Entwicklung verbundenen neuen Risiken für Arbeitskräfte und Betriebe;
- o konsequente, am neuesten Stand der Technik orientierte Entwicklung neuer Modelle von Arbeitsorganisation, Aufgabenzuschnitt und Ausgestaltung der Mensch-System-Beziehungen bei stark informatisierten und/oder teilautomatisierten Fertigungen;
- o sorgfältige, auch die jeweiligen nationalen Traditionen und Besonderheiten einbeziehende Beobachtung entsprechender Entwicklungen in anderen, mit der Bundesrepublik Deutschland durch gemeinsame Technologie- und Produktmärkte verbundenen Industrienationen.

**Bevor nicht in den wichtigsten arbeitskräfte- und arbeitsbezogenen Wissenschaften eine solchen Aufgaben gewachsene, auf Dauer gestellte Forschungs- und Entwicklungskapazität existiert, wird sich Politik nur in engen Grenzen mit Hilfe von Forschungsaufträgen oder kurzfristig vergebenen Gutachten solide Grundlagen für zukunftsorientierte technologie- und arbeitspolitische Entscheidungen schaffen können.**

Angeichts der Breite und Vielfalt der zu bearbeitenden Aufgaben einerseits und angesichts der Vielgestaltigkeit der für diese Aufgaben zu mobilisierenden wissenschaftlichen Disziplinen, Forschungsrichtungen, Institute und Arbeitsgruppen wäre es wenig sinnvoll, **kapazitätswirksame forschungspolitische Maßnahmen** nach dem Vorbild der Naturwissenschaften auf die Grün-

dung einzelner Großforschungsinstitute zu konzentrieren. Schneller und sicherlich auch mit einem wesentlich günstigeren Aufwand-Ertrags-Verhältnis würden Maßnahmen greifen, die **an den bestehenden Forschungsstrukturen ansetzen** und diese durch gezielte Förderung - und unter maximaler Nutzung von Eigeninitiative und Eigenverantwortung - im Sinne des **Auf- und Ausbaus leistungsfähiger und flexibler Netzwerke** zu entwickeln (die dann z.B. auch gleichwertige Kooperationspartner von ingenieur- und naturwissenschaftlichen Instituten wären).



## Grundlegende Literatur zum Gutachten

- Altmann, N.; Bechtle, G.; Lutz, B.: Betrieb - Technik - Arbeit - Elemente einer soziologischen Analytik technisch-organisatorischer Veränderungen, Campus Verlag, Frankfurt/München 1978.
- Altmann, N.; Binkelman, P.; Düll, K.; Stück, H.: Grenzen neuer Arbeitsformen - Betriebliche Arbeitsstrukturierung, Einschätzung durch Industriearbeiter, Beteiligung der Betriebsräte, Campus Verlag, Frankfurt/New York 1982.
- Altmann, N.; Düll, K.; Lutz, B.: Zukunftsaufgaben der Humanisierung des Arbeitslebens - Eine Studie zu sozialwissenschaftlichen Forschungsperspektiven, Campus Verlag, Frankfurt/New York 1987.
- Asendorf-Krings, I.: Facharbeiter und Rationalisierung - Das Beispiel der großbetrieblichen Instandhaltung, Campus Verlag, Frankfurt/München 1979.
- AWF (Ausschuß für Wirtschaftliche Fertigung e.V.) (Hrsg.): Expertensysteme in der betrieblichen Praxis - Fachtagung 7.-8. März 1988 - Ergebnisse des AWF/VDI-Arbeitskreises, Eschborn 1988.
- Baethge, M.; Oberbeck, H.: Zukunft der Angestellten - Neue Technologien und berufliche Perspektiven in Büro und Verwaltung, Frankfurt 1986.
- Balzert, H.; Heyer, G.; Lutze, R. (Hrsg.): Expertensysteme '87 - Konzepte und Werkzeuge, Berichte des German Chapter of the ACM Nr. 28, Stuttgart 1987.
- Bammé, A.; Baumgartner, P.; Berger, W.; Kotzmann, E. (Hrsg.): Technologische Zivilisation und die Transformation des Wissens, München 1988.
- Benz-Overhage, K.; Brumlop, E.; Freiberg, Th.; Papadimitriou, Z.: Neue Technologien und alternative Arbeitsgestaltung, Campus Verlag, Frankfurt/New York 1982.
- Bergmann, J.; Hirsch-Kreinsen, H.; Springer, R.; Wolf, H.: Rationalisierung, Technisierung und Kontrolle des Arbeitsprozesses - Die Einführung der CNC-Technologie in Betrieben des Maschinenbaus, Campus Verlag, Frankfurt/New York 1986.
- Bernold, Th.; Hillenkamp, U. (eds.): Expert Systems in Production and Services - Impact on Qualifications and Working Life, Amsterdam/New York/Oxford/Tokyo 1988.
- Bjerknes, G.; Ehn, P.; Kyng, M. (eds.): Computers and Democracy, Aldershot 1987.
- Bibel, W.; Eisinger, N.; Schneeberger, J.; Siekmann, J. (Hrsg.): Studien- und Forschungsführer: Künstliche Intelligenz, Berlin 1987.
- Böhle, F.; Altmann, N.: Industrielle Arbeit und Soziale Sicherheit - Eine Studie über Risiken im Arbeitsprozeß und auf dem Arbeitsmarkt, Athenäum Verlag, Frankfurt 1972.



- Böhle, F.; Milkau, B.: Vom Handrad zum Bildschirm - Eine Untersuchung zur sinnlichen Erfahrung im Arbeitsprozeß, Campus Verlag, Frankfurt/München 1988.
- Brauer, W.; Wahlster, W. (Hrsg.): Wissensbasierte Systeme. 2. Internat. GI-Kongreß, Informatik-Fachberichte 155, Berlin 1987.
- Brödner, P. (ed.): Skill Based Automated Manufacturing, IFAC, Karlsruhe 1986.
- Brödner, P.: Fabrik 2000 - Alternative Entwicklungspfade in die Zukunft der Fabrik, sigma bohn, 2. Auflage, Berlin 1986.
- Card, S.; Moran, T.A.; Newell, E.: The Psychology of Human-Computer Interaction, Erlbaum, Hillsdale 1983.
- Deiß, M.; Altmann, N.; Döhl, V.; Sauer, D.: Neue Rationalisierungsstrategien in der Möbelindustrie Band II - Folgen für die Beschäftigten, Campus Verlag, Frankfurt/München 1989.
- Dillmann, R.; Swiderski, D. (Hrsg.): WIMPEL '88 - 1. Konferenz über wissenschaftliche Methoden für Produktion, Engineering und Logistik, Stuttgart 1988.
- Döhl, V.; Altmann, N.; Deiß, M.; Sauer, D.: Neue Rationalisierungsstrategien in der Möbelindustrie Band I - Markt und Technikeinsatz, Campus Verlag, Frankfurt/München 1989.
- Drexel, I.; Nuber, Ch.: Qualifizierung für Industriearbeit im Umbruch - Die Ablösung von Anlernung durch Ausbildung in Großbetrieben von Stahl und Chemie, Campus Verlag, Frankfurt/München 1979.
- Dreyfus, H.L.: Die Grenzen künstlicher Intelligenz - Was Computer nicht können, Athenäum Verlag, Königstein/Ts. 1985.
- Dreyfus, H.L.; Dreyfus, St.E.: Künstliche Intelligenz, Rowohlt, Hamburg 1987.
- Düll, K.; Lutz, B. (Hrsg.): Technikentwicklung und Arbeitsteilung im internationalen Vergleich, Campus Verlag, Frankfurt/New York 1989.
- Feigenbaum, E.A.; McCorduck, P.: Die fünfte Computer-Generation - Künstliche Intelligenz und die Herausforderung Japans an die Welt, Stuttgart 1984.
- Göranzon, B.; Josefson, I. (eds.): Knowledge, Skill and Artificial Intelligence, Springer Verlag, London/Berlin/Heidelberg/New York/Paris/Tokyo 1988.
- Häußler, P.; Tremp, V.; Ziebarth, W.: Künstliche Intelligenz und Bildung in der Bundesrepublik: Eine Bestandsaufnahme, Bericht des IPN Kiel, Kiel 1987.
- Enquête-Kommission des Deutschen Bundestages (Bericht): Einschätzung und Bewertung von Technikfolgen; Gestaltung von Rahmenbedingungen der technischen Entwicklung, Deutscher Bundestag, Band I-V (Materialien zur Drucksache 10/6801), Bonn 1987.
- Harmon, P.; King, D.: Expertensysteme in der Praxis - Perspektiven, Werkzeuge, Erfahrungen, Oldenbourg Verlag, München 1987.

- Hirschhorn, L.: Beyond Mechanization - Work and Technology in a Postindustrial Age, MIT-Press, Cambridge/Mass. 1984.
- Hirsch-Kreinsen, H.; Schultz-Wild, R. (Hrsg.): Rechnerintegrierte Produktion - Zur Entwicklung von Technik und Arbeit in der Metallindustrie, Campus Verlag, Frankfurt/München 1986.
- ISF München (Hrsg.): Betrieb - Arbeitsmarkt - Qualifikation, Aspekte Verlag, Frankfurt/München 1976.
- ISF München (Hrsg.): Arbeitsorganisation bei rechnerintegrierter Produktion - Zur Einführung neuer Techniken in der Metallindustrie, KfK-PFT 137, Karlsruhe 1988.
- Kern, H.; Schumann, M.: Das Ende der Arbeitsteilung? Rationalisierung in der industriellen Produktion, Verlag C.H. Beck, München 1984.
- Lutz, B. (Hrsg.): Technik und sozialer Wandel - Verhandlungen des 23. Deutschen Soziologentages in Hamburg 1986, Campus Verlag, Frankfurt/New York 1987.
- Lutz, B.; Kammerer, G.: Das Ende des graduerten Ingenieurs? - Eine empirische Analyse unerwarteter Nebenfolgen der Bildungsexpansion, Europäische Verlagsanstalt, Frankfurt/Köln 1975.
- Lutz, B.; Schultz-Wild, R. (Hrsg.): Flexible Fertigungssysteme und Personalwirtschaft - Erfahrungen aus Frankreich, Japan, USA und der Bundesrepublik Deutschland, Campus Verlag, Frankfurt/München 1982.
- Maase, M.; Schultz-Wild, R.: Personalplanung zwischen Wachstum und Stagnation - Forschungsergebnisse und praktische Erfahrungen, Campus Verlag, Frankfurt/New York 1980.
- Malsch, Th.: Die Informatisierung des betrieblichen Erfahrungswissens und der "Imperialismus der instrumentellen Vernunft". In: Zeitschrift für Soziologie, 16. Jg., Heft 2, S. 77-91.
- Mambrey, P.; Oppermann, R. (Hrsg.): Beteiligung von Betroffenen bei der Entwicklung von Informationssystemen, Frankfurt/New York 1983.
- Mandl, H.; Spada, H. (Hrsg.): Wissenspsychologie. Psychologie-Verlagsunion, München 1988.
- Manske, F.: Produktionsplanungs- und Steuerungssysteme in Klein- und Mittelbetrieben, KfK-PFT 128, Karlsruhe 1987.
- Manwaring, T.; Wood, S.: The Ghost in the Machine: Tacit Skills in the Labor Process. In: Socialist Review, Nr. 74, 1984, pp. 55-84.
- Martin, T. (ed.): Design of Work in Automated Manufacturing Systems, Pergamon, Oxford 1984.
- Mertens, P.; Borkowski, V.; Geis, W.: Betriebliche Expertensystemanwendungen - Eine Materialsammlung, Springer Verlag, Berlin/Heidelberg 1988.

- Mickler, O.: Facharbeit im Wandel - Rationalisierung in der industriellen Produktion, Campus Verlag, Frankfurt/New York 1981.
- Moldaschl, M.: Grenzen der Mechanisierung geistiger Arbeit - Expertensysteme in der Produktion. In: Die Mitbestimmung, Heft 9, 34. Jg., 1988a, S. 481-485.
- Moldaschl, M.: Widersprüchliche Arbeitsanforderungen - Mentale und emotionale Belastung in der Produktion, unveröff. Manuskript, München 1988b.
- Moldaschl, M.: Bedingungen, unter denen Menschen nur versagen können. In: FR, 24.12.1988, 1988c.
- Moldaschl, M.: Expert Systems in Industry and Services - Impact on Work, Qualification and Training. Erscheint in: Th. Bernold; U. Hillenkamp (eds.): Expert Systems in Production and Services, Vol. 2, North-Holland/Amsterdam/New York/Oxford/Tokyo 1989.
- Nullmeier, E.; Rödiger, K.-H. (Hrsg.): Dialogsysteme in der Arbeitswelt - Einführung in die Thematik, BI-Wiss.-Verl., Mannheim/Wien/Zürich 1987.
- Oswald, M.; Gadenne, V.: Wissen, Können und künstliche Intelligenz. In: Sprache & Kognition, Heft 3, 1984, S. 173-184.
- Paschen, H.; Gresser, K.; Conrad, F.: Technology Assessment - Technikfolgenabschätzung, Campus Verlag, Frankfurt 1978.
- Ryle, G.: Der Begriff des Geistes, Reclam, Stuttgart 1969.
- Savory, S. (Hrsg.): Künstliche Intelligenz und Expertensysteme - Ein Forschungsbericht der Nixdorf Computer AG, 2. Auflage, Oldenbourg Verlag, München/Wien 1985.
- Schank, R.C.: The Cognitive Computer, Addison Westley, Reading/Mass. 1984.
- Schefe, P.: Künstliche Intelligenz - Überblick und Grundlagen - Grundlegende Konzepte und Methoden zur Realisierung von Systemen der künstlichen Intelligenz, Mannheim 1986.
- Schubert, I.; Krebsbach-Gnath, C.; Potthoff, P.; Rothmund, M.: Chancen und Risiken des Einsatzes von Expertensystemen, München 1987.
- Schultz-Wild, Rainer; Wetz, Friedrich: Technischer Wandel und Industriebetrieb - Die Einführung numerisch gesteuerter Werkzeugmaschinen in der Bundesrepublik, Athenäum Verlag, Frankfurt 1973.
- Seltz, R.; Hildebrandt, E. (Hrsg.): Organisation als soziales System, sigma bohn, Berlin 1986.
- Stöhr, M.; Wendt, H. (Hrsg.): Menschliche und künstliche Intelligenz, Frankfurt 1986.
- Taylor, F.W.: Die Grundsätze wissenschaftlicher Betriebsführung, München/Berlin 1919.

- Valk, R.: Der Computer als Herausforderung an die menschliche Rationalität. In: Informatik-Spektrum, Heft 2, 1987, S. 57-66.
- Volpert, W.: Zauberlehrlinge - Die gefährliche Liebe zum Computer, Beltz Verlag, Weinheim 1985.
- Volpert, W.: Computer Aided Taylorism - Die Fortsetzung der Persönlichkeitszerstörung am Arbeitsplatz mit anderen Mitteln. In: E. Nullmeier; K.-H. Rödiger (Hrsg.): Dialogsysteme in der Arbeitswelt, Mannheim/Wien/Zürich 1987.
- Volpert, W.: Kontrastive Analyse des Verhältnisses von Mensch und Rechner als Grundlage des System-Designs. In: Zeitschrift für Arbeitswissenschaft, Heft 3, 1987, S. 147-152.
- Weizenbaum, J.: Die Macht der Computer und die Ohnmacht der Vernunft, Suhrkamp Verlag, Frankfurt 1978.
- Weltz, F.: Die doppelte Wirklichkeit der Unternehmen und ihre Konsequenzen für die Industriesoziologie. In: Soziale Welt, Heft 1, 39. Jg., 1988, S. 97-103.
- Weltz, F.; Schmidt, G.; Krings, I.: Facharbeiter und berufliche Weiterbildung, Schriften z. Berufsbildungsforschung, Bd. 10, Hannover 1973.
- Winograd, T.; Flores, F.: Understanding Computers and Cognition: A New Foundation for Design, Ablex, Norwood 1987.

## **Literatur zur Entwicklung und Anwendungs wissensbasierter Systeme**

### **(Grundlage der Literaturrecherche)**

- Abu-Moustafa, Y. S.; Psaltis, D.: Optische Neuro-Computer. In: Spektrum der Wissenschaft, Heft 5, 1987, S. 54-61.
- AWF (Ausschuß für Wirtschaftliche Fertigung e.V.) (Hrsg.): Expertensysteme in der betrieblichen Praxis - Fachtagung 7.-8. März 1988 - Ergebnisse des AWF/VDI-Arbeitskreises, Eschborn 1988.
- Balzert, H.; Heyer, G.; Lutze, R. (Hrsg.): Expertensysteme '87 - Konzepte und Werkzeuge, Berichte des German Chapter of the ACM Nr. 28, Stuttgart 1987.
- Bardens, R.; Karagiannis, D.: Wissensbasierte Systeme: Ein Ansatz für die Personalplanung. In: Angewandte Informatik, Heft 2, 1988, S. 71-80.
- Becker, H.: Künstliche Intelligenz als Basis einer rechnerintegrierten Fertigung. In: VDI-Z 127, 1985, S. 218-219.
- Beer, K. (Hrsg.): Computerisierung der Justiz, Berichtsband zur Tagung vom 17. Oktober 1987 in Frankfurt, Michelstadt 1987.
- Belli, F.; Echtle, K.; Görke, W.: Methoden und Modelle der Fehlertoleranz. In: Informatik-Spektrum, Heft 9, 1986, S. 68-81.
- Bernold, Th.; Hillenkamp, U. (eds.): Expert Systems in Production and Services - Impact on Qualifications and Working Life, Amsterdam/New York/Oxford/Tokyo 1988.
- Blasius, K.H.; Siekmann, J.-H.: Computergestützte Frühwarn- und Entscheidungssysteme. In: Informatik-Spektrum, Heft 1, 1987, S. 24-39.
- Boden, M.: Training and Employment Patterns in the Age of Expert Systems. In: Th. Bernold; U. Hillenkamp (eds.): Expert Systems in Production and Services, Amsterdam/New York/Oxford/Tokyo 1988, pp. 191-198.
- Bodendorf, F.; Wittmann, St.: Benutzermodelle in Expertensystemen. In: IM (Information Management), Heft 1, 3. Jg., 1988, S. 30-39.
- Brauer, W.; Wahlster, W. (Hrsg.): Wissensbasierte Systeme. 2. Internat. GI-Kongreß, Informatik-Fachberichte 155, Berlin 1987.
- Breitling, F.: Wissensbasiertes Konstruktionssystem. In: ZWF 83, Heft 11, 1988, S. 563-565.
- Buchanan, B.: Expert Systems: Working Systems and the Research Literature. In: S. Savory (Hrsg.): Expertensysteme: Nutzen für Ihr Unternehmen, München/Wien 1987, S. 39-106.

- Cooley, M.: Creativity, Skill and Human-Centred Systems. In: B. Göransson; I. Josefson (eds.): Knowledge, Skill and Artificial Intelligence, London/Berlin/Heidelberg/New York/Paris/Tokyo 1987, pp. 127-137.
- Corbett, J. M.: Human Work Design Criteria and the Design Process: The Devil in the Detail. In: P. Brödner (ed.): Skill Based Automated Manufacturing, IFAC, Karlsruhe 1986.
- Crasemann, C.; Krasemann, H.: Der Wissens-Ingenieur - ein neuer Hut auf altem Kopf. In: Informatik-Spektrum, Heft 11, 1988, S. 43-48.
- Daniel, M.: Impacts of Commercial Applications: Emerging Trends. Erscheint in: Th. Bernold; U. Hillenkamp (eds.): Expert Systems in Production and Services, Vol. 2, North-Holland/Amsterdam/New York/Oxford/Tokyo 1989.
- Dillmann, R.; Swiderski, D. (Hrsg.): WIMPEL '88 - 1. Konferenz über Wissensbasierte Methoden für Produktion, Engineering und Logistik, Stuttgart 1988.
- Eberleh, E.; Korffmacher, W.; Streitz, N.A.: Denken oder Handeln? Zur Wirkung von Dialogkomplexität und Handlungsspielraum auf die mentale Belastung. In: W. Schönplüg; M. Wittstock (Hrsg.): Software-Ergonomie '87 - Nutzen Informationssysteme dem Benutzer? Stuttgart 1987, S. 317-326.
- Eberts, R.; Nof, Sh.; Zimolong, B.; Salvendy, G.: Dynamic Process Control: Cognitive Requirements and Expert Systems. In: G. Salvendy (ed.): Human-Computer Interaction, Elsevier, Amsterdam 1984, pp. 215-228.
- Eder, J.: Wissensbasierte Informationssysteme als Modelle der Wirklichkeit. In: A. Bammé u.a. (Hrsg.): Technologische Zivilisation und die Transformation des Wissens, München 1988.
- Ehrismann, R.; Reissner, J.: Kopplung von CAD- und Expertensystemen in der Blechumformung. In: VDI-Z 130, Nr. 11, 1988, S. 28-31.
- Eichhorn, R.; Fähnrich, K.-P.; Puetz, R. D.: Expertensysteme zur Fehlerdiagnose an CNC-Maschinen. In: Technische Rundschau, Heft 12, 1987, S. 112-119.
- Eichhorn, R.; Puetz, R.; Ziegler, J.: Expertensysteme zur Fehlerdiagnose an CNC-Maschinen. In: H. Balzert u.a. (Hrsg.): Expertensysteme '87, Stuttgart 1987.
- Enquête-Kommission des Deutschen Bundestages (Bericht): Einschätzung und Bewertung von Technikfolgen; Gestaltung von Rahmenbedingungen der technischen Entwicklung, Deutscher Bundestag, Band I-V (Materialien zur Drucksache 10/6801), Bonn 1987.
- Ernst, G.: IXMO - Ein Expertensystem zur Motorendiagnose im Prüffeld. In: AWF (Hrsg.): Expertensysteme in der betrieblichen Praxis, Eschborn 1988, S. 92-196.
- Fähnrich, K.P.; Groh, G.; Thines, M.: Einsatz wissensbasierter Systeme in der rechnergestützten Produktion. In: Technische Rundschau, 36. Jg., 1988, S. 92-101.

- Fedderwitz, W.: Echtzeitexpertensysteme - die Verbindung zum technischen Prozeß. In: AWF (Hrsg.): Expertensysteme in der betrieblichen Praxis, Eschborn 1988, S. 188-208.
- Fehsenfeld, B.: Application of Expert Systems: Perspectives from Industry. In: Th. Bernold; U. Hillenkamp (eds.): Expert Systems in Production and Services, Amsterdam/N.York/Oxford/Tokyo 1988, pp. 73-79.
- Fehsenfeld, B.; Langer, Th.: Expertensystem zur Konfigurierung einer kunststoffverarbeitenden Maschine. In: AWF (Hrsg.): Expertensysteme in der betrieblichen Praxis, Eschborn 1988, S. 107-130.
- Fiandt, K. v.: Reductivistic Isomorphism in Cognitive Research. In: Gestalt Theory, Vol. 5, Heft 1, 1983, pp. 30-54.
- Fischer, H. L.: IXPRESS-Expertensystem zur Planungsunterstützung. In: AWF (Hrsg.): Expertensysteme in der betrieblichen Praxis, Eschborn 1988, S. 169-187.
- Floyd, C.: Outline of a Paradigm Change in Software Engineering. In: G. Bjerknes et al. (eds.): Computers and Democracy, Aldershot 1987, pp. 185-202.
- Frenzel, B.; Schmidt, G.: IFPS: Ein Konzept zur intelligenten Fertigungsplanung und Steuerung von flexiblen Fertigungssystemen. In: Angewandte Informatik, Heft 11, 1987, S. 458-464.
- Früchtnicht, H.W.: Ein Expertensystem für die Prozeßführung. In: R. Lauber (Hrsg.): Prozeßrechnungssysteme '88: Automatisierungstechnik, Leittechnik, Informations- und Kommunikationstechnik, Springer Verlag, Berlin/Heidelberg/New York 1988, S. 425-436.
- Geitner, U. W.: Expertensystemgestützter Auftragsleitstand in einer CIM-Umgebung. In: Zwf 83, Heft 5, 1988, S. 239-242.
- Gesellschaft für Management und Technologie (GMT): Expertensysteme in der Produktion, München 1988.
- Gill, K.S.: Artificial Intelligence and Social Action: Education and Training. In: B. Göranson; I. Josefson (eds.): Knowledge, Skill and Artificial Intelligence, London/Berlin/Heidelberg/New York/Paris/Tokyo 1987, pp. 77-91.
- Gill, K.S.: Expert Systems and Knowledge Transfer. In: Th. Bernold; U. Hillenkamp (eds.): Expert Systems in Production and Services, Amsterdam/N.York/Oxford/Tokyo 1988, pp. 199-213.
- Göranson, B.: The Practice of the Use of Computers - A Paradoxical Encounter Between Different Traditions of Knowledge. In: B. Göranson; I. Josefson (eds.): Knowledge, Skill and Artificial Intelligence, London/Berlin/Heidelberg/New York/Paris/Tokyo 1987, pp. 9-18.

- Grandbastien, M.; Maroldt, J.: Towards an Expert System for Troubleshooting Diagnosis in Large Industrial Plants. In: D. Sriram (ed.): Applications of Artificial Intelligence in Engineering Problems, Proc. 1st Int. Conf., Southampton 1986, pp. 513-527.
- Häfner, K.; Eichmann, E.H.; Hinze, C.: Denkzeuge. Was leistet der Computer? Was muß der Mensch selber tun? Birkhäuser, Basel/Boston/Berlin 1987.
- Häußler, P.; Tremp, V.; Ziebarth, W.: Künstliche Intelligenz und Bildung in der Bundesrepublik: Eine Bestandsaufnahme, Bericht des IPN Kiel, überarbeitete Fassung, Kiel 1987.
- Hammond, P.: Successes and failures in transferring AI Technology. In: S. Savory (Hrsg.): Expertensysteme: Nutzen für Ihr Unternehmen, München/Wien 1987, S. 187-211.
- Harmon, P.; King, D.: Expertensysteme in der Praxis - Perspektiven, Werkzeuge, Erfahrungen, Oldenbourg Verlag, München 1987.
- Hillenkamp, U.: Expertensysteme in Produktion und Dienstleistung - ihre Auswirkungen auf Qualifikationen und Arbeitsprozesse. In: Die Mitbestimmung, 34. Jg., Heft 9, 1988, S. 492-494.
- Hintz, G.W.: Ein wissensbasiertes System zur Produktionsplanung und -steuerung für flexible Fertigungssysteme, VDI Verlag, Düsseldorf 1987.
- Hirsch, A.: QUEX - Ein Expertensystem zur Qualitätssicherung in der Endmontage. In: AWF (Hrsg.): Expertensysteme in der betrieblichen Praxis - Ergebnisse des AWF/VDI-Arbeitskreises, Eschborn 1988, S. 146-168.
- IG Metall: Künstliche Intelligenz oder die Rationalisierung geistiger Arbeit, Werkstattbericht, Frankfurt 1987a.
- IG Metall (Hrsg.): CIM oder die Zukunft der Arbeit in rechnerintegrierten Fabrikstrukturen - Ergebnisse einer Fachtagung der IG Metall, Union-Druckerei, Frankfurt 1987b.
- Jahoda, M.; Guy, K.; Evans, B.: Expert Systems - Present State and Future Trends: Impact on Employment and Skill Requirements, Project of the Federal Ministry of Education and Science (FRG) and the International Labour Office, Geneva 1988.
- Jenkins, J.P.: An Application of an Expert System to Problem Solving in Process Control Displays. In: G. Salvendy (ed.): Human Computer Interaction, Elsevier, Amsterdam 1985, pp. 255-260.
- Jenkins, J.P.; Nelson, W.R.: Expert Systems and Accident Management. In: K.N. Karma et al. (eds.): Expert Systems in Government Symposium, McLeon, Virginia: IEEE Computer Society, 1986, pp. 88-94.



- Jones, B.: Division of Labor and Distribution of Tacit Knowledge in the Automation of Metal Machining. In: T. Martin (ed.): Design of Work in Automated Manufacturing Systems, Pergamon, Oxford 1984.
- Karl, H.; Ohm, Ch.: Enteignung und/oder Vergesellschaftung des Wissens? In: Die Mitbestimmung, 34. Jg., Heft 9, 1988, S. 474-477.
- Karwatzki, J.M.: Expert Systems in Engineering. In: Computer-Aided Eng. Journal, Heft 4, 1987, S. 99-102.
- Keil-Slawik, R.: Von der Mechanisierung des Kopfes zur Ökologie des Geistes - Ein Literaturüberblick zu anthropologischen Aspekten von menschlicher und künstlicher Intelligenz. In: M. Stöhr; H. Wendt (Hrsg.): Menschliche und künstliche Intelligenz, Frankfurt 1988.
- Keller, R.: Expert Systems Technology: Development and Application. Englewood Cliffs, N.J., Yourdon 1987.
- Kellermann, G.; Finke, E.; Hein, H.-W.; Thomas, Ch.: X-AID: Eine wissensbasierte, anwendungsunabhängige Mensch-Computer-Schnittstelle. In: Der GMD-Spiegel, Heft 1, 1987, S. 23-29.
- Kemke, C.: Der Neuere Konnektionismus - Ein Überblick. In: Informatik-Spektrum, Bd. 11, Heft 3, 1988, S. 142-162.
- Kiratli, G.: Expertensysteme für die Fertigungstechnik. In: Technische Rundschau, Heft 11, 88. Jg., 1988, S. 58-65.
- Krallmann, H.: Expertensysteme in der computer-integrierten Fertigung - Überblick, praktische Erfahrungen und Konsequenzen. In: Automobil-Industrie, Heft 1, 1987, S. 51-58.
- Kring, J.: Expertensysteme in der Qualitätsplanung. In: CAQ computerunterstützte Qualitätssicherung, Tagungsbericht zum 5. Qualitätsleiterforum 1987, GFMT-Gesellschaft für Management und Technologie, München 1987, S. 713-734.
- Kuhne, A.H.; Cary, H.B.; Prinz, F.B.: Expertensystem für das Metallschutzgasschweißen mit Robotern. In: VDI-Z 129, Nr. 12, 1987, S. 94-97.
- Kurbel, K.; Pietsch, W.: Projektmanagement bei einer Expertensystementwicklung. In: IM (Information Management), Heft 1, 3. Jg., 1988, S. 6-13.
- Lauber, R. (Hrsg.): Prozeßrechnungssysteme '88: Automatisierungstechnik, Leitetchnik, Informations- und Kommunikationstechnik, Springer Verlag, Berlin/Heidelberg/New York 1988.
- Lay, G.: Strategic Options for the Integration of Production Processes. In: P. Brödnert (ed.): Strategic Options for "New Production Systems", Brussels 1987.
- Lebsanft, E.W.; Gill, U.: Expertensysteme in der Praxis - Kriterien für die Verwendung von Expertensystemen zur Problemlösung. In: S. Savory (Hrsg.): Expertensysteme: Nutzen für Ihr Unternehmen, München/Wien 1987, S. 135-149.

- Leder, H.J.; Treptow, P.: Fehler in komplexen Anlagen schnell orten. Expertensystem sorgt für rasche Fehlerlokalisierung in flexiblen Fertigungssystemen. In: *Mega*, Heft 3, 1988, S. 71-75.
- Leonard-Barton, D.; Sviokla, J.J.: Putting Expert Systems to Work. In: *Harvard Business Review*, Heft 3/4, 1988, pp. 91-98.
- Luckfiel, W.: Wissensbasiertes Werkzeug zur Kostenbeurteilung von CIM-Investitionen. In: *ZwF* 84, Heft 2, 1989, S. 61-65.
- Lutterbeck, B.: Automation der geistigen Arbeit von Juristen - Eine kritische Auseinandersetzung mit der Behandlung von Expertensystemen in der Literatur. In: K. Beer (Hrsg.): *Computerisierung der Justiz, Berichtsband zur Tagung vom 17. Oktober 1987 in Frankfurt, Michelstadt 1987*.
- Lutze, B.: Unterschiede zwischen Expertensystemen und konventionellen Lösungen - dargestellt an einem praktischen Beispiel aus der Werkzeugmaschinen diagnose. In: *AWF* (Hrsg.): *Expertensysteme in der betrieblichen Praxis*, Eschborn 1988, S. 36-51.
- Maass, S.; Rosson, M.B.; Kellogg, W.A.: Benutzerfreundlichkeit, Systemkonsistenz und andere schwer definierbare Prinzipien: Interviews mit Systementwicklern. In: W. Schönplüg; M. Wittstock (Hrsg.): *Software-Ergonomie '87*, Stuttgart 1987, S. 417-417.
- Mensel, G.: Eine betriebswirtschaftliche Anwendung. In: S. Savory (Hrsg.): *Expertensysteme: Nutzen für Ihr Unternehmen*, München/Wien 1987, S. 151-174.
- Mertens, P.: Expertensysteme in den betrieblichen Funktionsbereichen. In: H. Wildemann (Hrsg.): *Expertensysteme in der Produktion. Tagungsbericht Univ. Passau, GfMT-Verlag, München 1987*, S. 176-201.
- Mertens, P.: Lernende Fertigungssysteme - Anwendung, Entwicklung und Beurteilung von wissensbasierten Systemen. In: *moderne fertigung*, August 1988, S. 64-72.
- Mertens, P.; Borkowski, V.; Geis, W.: *Betriebliche Expertensystemanwendungen - Eine Materialsammlung*, Springer Verlag, Berlin/Heidelberg 1988.
- Mertens, P.; Legleitner, Th.; Ernst, G.: DAX, Ein Echtzeit-Diagnoseexpertensystem als Integrationskomponente in einem Prüfprozeß. In: *VDI-Z* 130, Nr. 5, 1988, S. 53-56.
- Moody, T.; Joost, M.; Rodman, R.: Vigilance and its Role in AI Technology: How Smart is too Smart? In: G. Salvendy et al. (eds.): *Social, Ergonomic and Stress Aspects of Work with Computers*, Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam 1987.
- Möller, H.; Rosenow, E.: Benutzermodellierung für wissensbasierte Mensch-Computer-Schnittstellen. In: W. Schönplüg; M. Wittstock (Hrsg.): *Software-Ergonomie '87*, 1987, S. 111-120.

- Nedeß, Ch.; Plag, J.: Expertensysteme - Erfahrung ergänzt das CIM-Konzept. In: VDI-Z 128, 1986, S. 729-733.
- Neipp, G.: Künstliche Intelligenz in der Produktion. In: H. Wildemann (Hrsg.): Expertensysteme in der Produktion, Tagungsbericht Univ. Passau, GfMT-Verlag, München 1987, S. 58-111.
- Office of Technology Assessment: Use of Advanced Computer Methods in Manufacturing Sector. Forthcoming, Washinton 1989.
- Ostberg, O.: Applying Expert Systems Technology: Division of Labour and Division of Knowledge. In: B. Göranson; I. Josefson (eds.): Knowledge, Skill and Artificial Intelligence, London/Berlin/Heidelberg/New York/Paris/Tokyo 1987, pp. 169-183.
- Ottiger, R.: Rechnergestützte Instandhaltung. In: Werkstatt und Betrieb, 122. Jg., Heft 2, 1989, S. 125-126.
- Partridge, D.: Will AI Lead to a Super Software Crisis? In: K.S. Gill (ed.): Artificial Intelligence for Society, Chichester, New York: John Wiley & Sons, New York 1986, pp. 31-39.
- Pfeifer, T.; Held, H.-J.; Faupel, B.: Aufbau einer Wissensbasis für Fehlerdiagnosesysteme von Bearbeitungszentren. In: VDI-Z 130, Nr. 10, 1988, S. 94-97.
- Pritchard, P.: Knowledge-Based Computer Decision-Aids for General Practice. In: B. Göranson; I. Josefson (eds.): Knowledge, Skill and Artificial Intelligence, London/Berlin/Heidelberg/New York/Paris/Tokyo 1987, pp. 113-124.
- Puppe, F.: Diagnostik-Expertensysteme. In: Informatik-Spektrum, Heft 6, 1987, S. 293-308.
- Rathke, Ch.: Adaptierbare Benutzerschnittstellen. In: W. Schönplüg; M. Wittstock (Hrsg.): Software-Ergonomie '87 - Nützen Informationssysteme dem Benutzer? Stuttgart 1987, S. 121-135.
- Röhrig, K.: Der "Dinosauriertod" und die Künstliche Intelligenz in der Fertigung. In: Die Mitbestimmung, 34. Jg., Heft 9, 1988, S. 478-480.
- Rosenbrock, H.H.: Social and Engineering Design of an FMS. In: E.A. Warman (ed.): CAPE '83, North Holland 1983.
- Rosenkranz, F.; Spörri, G.: Konzepte technisch fortgeschrittener computerunterstützter Instruktion. In: IM (Information Management), 3. Jg., Heft 1, 1988, S. 40-47.
- Savory, S. (Hrsg.): Künstliche Intelligenz und Expertensysteme - Ein Forschungsbericht der Nixdorf Computer AG, 2. Auflage, Oldenbourg Verlag, München/Wien 1985.
- Savory, S. (Hrsg.): Expertensysteme: Nutzen für Ihr Unternehmen - Ein Leitfaden für Entscheidungsträger, Oldenbourg Verlag, München/Wien 1987.

- Schaele, M.; Hellberg, K.: Wissensbasierte Generierung von Arbeitsgangfolgen. In: VDI-Z 129, Nr. 9, 1987, S. 57-62.
- Scharf, A.: Am Wissenstransfer scheiterten bisher die meisten Expertensystem-Projekte. In: Blick durch die Wirtschaft, 15.3.1988.
- Schartum, D.: Delegation and Decentralization - Computer Systems as Tools for Instruction and Improved Service to Clients. In: B. Göranson; I. Josefson (eds.): Knowledge, Skill and Artificial Intelligence, London/Berlin/Heidelberg/New York/Paris/Tokyo 1987, pp. 159-168.
- Scheffe, P.: Künstliche Intelligenz - Überblick und Grundlagen - Grundlegende Konzepte und Methoden zur Realisierung von Systemen der künstlichen Intelligenz, Mannheim 1986.
- Scheffe, P.: Expert Systems. Present State and Future Trends: Impact on Employment and Skill Requirements (An Assessment), International Labour Office, hektogr. Bericht, Geneva 1988.
- Scheifele, M.: Expert Systems in Industry - Changes in Tasks and Functions. Erscheint in: Th. Bernold; U. Hillenkamp (eds.): Expert Systems in Production and Services, Vol. 2, North-Holland/Amsterdam/New York/Oxford/Tokyo 1989.
- Schneider, R.; Welsch, J.: Künstliche Intelligenz: Demokratisierung des Wissens oder Vorbote eines neuen Taylorismus? In: Die Mitbestimmung, 34. Jg., Heft 9, 1988, S. 449-453.
- Schliep, W.: Expertensysteme zur Fehlerdiagnose an fahrerlosen Transportsystemen. In: AWF (Hrsg.): Expertensysteme in der betrieblichen Praxis, Eschborn 1988, S. 130-145.
- Schmidt, G.: Anwendung wissensbasierter Systeme in der flexiblen Fertigung. In: CIM Management, Heft 1, 1987, S. 58-62.
- Schnupp, P. (Hrsg.): State of the Art: Expertensysteme, Heft 1, München 1986.
- Schnupp, P.; Leibrandt, U.: Expertensysteme - Nicht nur für Informatiker, Springer Verlag, Berlin/Heidelberg/New York/Tokyo 1986.
- Schnupp, P.; Swiderski, D.: Wissensbasierte Methoden für die Fertigung. In: CIM Managment, Heft 4, 1987, S. 4-11.
- Schubert, I.; Krebsbach-Gnath, C.; Potthoff, P.; Rothmund, M.: Chancen und Risiken des Einsatzes von Expertensystemen, München 1987.
- Schultz-Wild, R.: An der Schwelle zur Rechnerintegration? Zur Einführungsdynamik von CIM-Techniken in der Metallindustrie. In: ISF München (Hrsg.): Arbeitsorganisation bei rechnerintegrierter Produktion, Karlsruhe 1988.
- Specht, D.; Göbler, T.: Entwicklungsschritte zu Expertensystemprototypen. In: Zwf 82, Heft 3, 1987, S. 118-121.

- Spies, M.: Syllogistisches Schließen unter Unsicherheit - Eine empirische Studie zu möglichen Anwendungen der Fuzzy-Set-Theory in wissensbasierten Systemen. In: W. Schönplüg; M. Wittstock (Hrsg.): Software-Ergonomie '87, Stuttgart 1987, S. 197-208.
- Spinas, Ph.: Zur Benutzerfreundlichkeit von Bildschirmsystemen. In: W. Schönplüg; M. Wittstock (Hrsg.): Software-Ergonomie '87, Stuttgart 1987, S. 241-261.
- Spinas, Ph.; Troy, N.; Ulich, E.: Leitfaden zur Einführung und Gestaltung von Arbeit mit Bildschirmsystemen, CW-Publikationen, München 1983.
- Spur, G.; Specht, G.: Expertensysteme in der Produktion. In: ZwF 81, Heft 3, 1986, S. 131-134.
- Steinberger, G.: 80 Expertensysteme für die Produktion. In: MEGA, März 1988.
- Stöhr, M.; Wendt, H. (Hrsg.): Menschliche und künstliche Intelligenz, Frankfurt 1986.
- Tank, W.: Entwurfsziele bei der Entwicklung von Expertensystemen. In: Künstliche Intelligenz, Heft 3, 1988, S. 69-76.
- Tank, W.; Hopfield, J.J.: Kollektives Rechnen mit neuronähnlichen Schaltkreisen. In: Spektrum der Wissenschaft, Heft 2, 1988, S. 46-54.
- Tate, A.: Applications of Knowledge-based Planning Systems. In: S. Savory (Hrsg.): Expertensysteme: Nutzen für Ihr Unternehmen, München/Wien 1987, S. 237-249.
- Treleaven, P.; Vanneschi, M. (eds.): Proceedings in Future Parallel Computers. An Advanced Course. LNCS 272, Springer Verlag, Berlin/Heidelberg/New York 1987.
- Waldmann, M.R.: Der Computer als Lehrer - Intelligente Tutoren könnten den Unterricht revolutionieren. In: Süddeutsche Zeitung Nr. 278, 4.12.1986, S. 61.
- Warman, E.A. (ed.): CAPE '83, North Holland 1983.
- Warnecke, G.; Mertens, P.: Aufbau und Anwendung von wissensbasierten Technologieplanungssystemen. In: ZwF 83, Heft 11, 1988, S. 559-562.
- Wedekind, H.: Zur Problematik des Computer Integrated Manufacturing (CIM). In: Informatik-Spektrum, Heft 11, 1988, S. 29-39.
- Wesslowski, R.: Künstliche Intelligenz und Expertensysteme in der Logistik. In: Logistik im Unternehmen, Heft 7/8, 1988.
- Weule, H.; Buchberger, D.; Wieser, R.: Wissensbasierte Konfigurierung und Optimierung von Fertigungsanlagen. In: Technische Rundschau, Heft 16, 1988.
- Wiendahl, H.-P.; Walenda, H.; Mayer, D.: Diagnose des Betriebsverhaltens verketteter automatischer Montageanlagen auf der Basis eines Expertensystems. In: ZwF 83, Heft 1, 1988, S. 40-45.

## **DAS INSTITUT FÜR SOZIALWISSENSCHAFTLICHE FORSCHUNG E.V. - ISF MÜNCHEN -**

Das ISF - ein eingetragener Verein mit anerkannter Gemeinnützigkeit - entstand in seiner jetzigen Form und Aufgabenstellung 1965 und finanziert sich ausschließlich durch projektgebundene Einnahmen bzw. Zuwendungen. Mitglieder des Vereins sind Personen, die mit der Arbeit des Instituts - zum Teil als langjährige Mitarbeiter - verbunden sind; der Vereinsvorstand besteht aus den beiden Institutsleitern und Mitarbeitern des Instituts.

Die Arbeitsgebiete des ISF sind vor allem: Industriesoziologische Technikforschung, Qualifikations- und Arbeitsmarktforschung und Untersuchungen über betriebliche Arbeits- und Personalpolitik. Bei den Projekten handelt es sich entweder um Auftragsforschung für öffentliche Stellen, insbesondere für fachlich zuständige Bundesministerien, oder um Grundlagenforschung, insbesondere im Rahmen eines Sonderforschungsbereiches der Universität München, an dem das Institut beteiligt ist (SFB 333 - Entwicklungsperspektiven von Arbeit). Das Institut ist bestrebt, Auftragsforschung und Grundlagenforschung im wechselseitigen Interesse thematisch und personell möglichst eng zu koordinieren.

Im ISF arbeiten etwa 20 Wissenschaftler mit sozial- bzw. wirtschaftswissenschaftlicher Ausbildung, nicht selten mit einer Zusatz- oder Doppelqualifikation (Wirtschaftswissenschaften/Soziologie, Jurisprudenz/Soziologie bzw. Nationalökonomie, Ingenieurwissenschaften/Soziologie) und überwiegend mit langjähriger Forschungserfahrung.

Ein Überblick über die bisherigen Arbeiten und Veröffentlichungen ist über das Institut erhältlich.

Institut für Sozialwissenschaftliche Forschung e.V.      -      ISF-München  
Jakob-Klar-Straße 9      -      D 8000 München 40      -      Tel. 089/27 29 21-0

## Ausgewählte Veröffentlichungen aus dem ISF 1983 - 1989

Düll, Klaus (Hrsg.): Industriearbeit in Frankreich - Krisen und Entwicklungstendenzen, Frankfurt/München 1983.

Köhler, Christoph; Sengenberger, Werner: Konjunktur und Personalanpassung - Betriebliche Beschäftigungspolitik in der deutschen und amerikanischen Automobilindustrie, Frankfurt/München 1983.

Mendius, Hans Gerhard; Sengenberger, Werner; Köhler, Christoph; Maase, Mira: Qualifizierung im Betrieb als Instrument der öffentlichen Arbeitsmarktpolitik - Begleitforschung zum Schwerpunkt 1 des Arbeitsmarktpolitischen Programms der Bundesregierung für Regionen mit besonderen Beschäftigungsproblemen, Forschungsberichte 89. Hrsg. vom Bundesminister für Arbeit und Sozialordnung, Bonn 1983.

Lutz, Burkart: Der kurze Traum immerwährender Prosperität - Eine Neuinterpretation der industriell-kapitalistischen Entwicklung im Europa des 20. Jahrhunderts, Frankfurt/New York 1984.

Binkelmann, Peter: Wahrnehmung von Arbeitsbelastungen durch Industriearbeiter, Eggenstein-Leopoldshafen 1985.

Böhle, Fritz: Strategien betrieblicher Informationspolitik. Eine systematische Darstellung für Betriebsräte und Vertrauensleute, Köln 1986.

Hirsch-Kreinsen, Hartmut; Schultz-Wild, Rainer (Hrsg.): Rechnerintegrierte Produktion - Zur Entwicklung von Technik und Arbeit in der Metallindustrie, Frankfurt/München 1986.

Schultz-Wild, Rainer; Asendorf, Inge; Behr, Marhild von; Köhler, Christoph; Lutz, Burkart; Nuber, Christoph: Flexible Fertigungssysteme und Industriearbeit - Die Einführung eines flexiblen Fertigungssystems in einem Maschinenbaubetrieb, Frankfurt/München 1986.

Altmann, Norbert; Düll, Klaus; Lutz, Burkart: Zukunftsaufgaben der Humanisierung des Arbeitslebens - Eine Studie zu sozialwissenschaftlichen Forschungsperspektiven, Frankfurt/New York 1987.

Altmann, Norbert; Nomura, Masami (Hrsg.): Nishidoitsu no Gijutsu Kakushin to Shakai Hendo (Neue Technologie und Strukturwandel der Deutschen Gesellschaft), Daiichi-Shorin Verlag, Tokyo 1987.

Lutz, Burkart: Arbeitsmarktstruktur und betriebliche Arbeitskräftestrategie - Eine theoretisch-historische Skizze zur Entstehung betriebszentrierter Arbeitsmarktsegmentation, Frankfurt/München 1987.



- Mendius, Hans Gerhard; Sengenberger, Werner; Weimer, Stefanie: Arbeitskräfteprobleme und Humanisierungspotentiale in Kleinbetrieben, Frankfurt/New York 1987.
- Sengenberger, Werner; Struktur und Funktionsweise von Arbeitsmärkten - Die Bundesrepublik Deutschland im internationalen Vergleich, Frankfurt/New York 1987.
- Böhle, Fritz; Milkau, Brigitte: Vom Handrad zum Bildschirm - Eine Untersuchung zur sinnlichen Erfahrung im Arbeitsprozeß, Frankfurt/München 1988.
- Ernst, Angelika: Dauerbeschäftigung und Flexibilität in Japan - Beschäftigungspolitik japanischer Unternehmen in Rationalisierungs- und Krisenphasen, Frankfurt/München 1988.
- ISF (Hrsg.): Arbeitsorganisation bei rechnerintegrierter Produktion - Zur Einführung neuer Techniken in der Metallindustrie, KfK-PFT 137, Karlsruhe 1988.
- Altmann, Norbert; Sauer, Dieter (Hrsg.): Systemische Rationalisierung und Zulieferindustrie - Sozialwissenschaftliche Aspekte zwischenbetrieblicher Arbeitsteilung, Frankfurt/München 1989.
- Döhl, Volker; Altmann, Norbert; Deiß, Manfred; Sauer, Dieter: Neue Rationalisierungsstrategien in der Möbelindustrie Band I - Markt und Technikeinsatz, Frankfurt/München 1989.
- Deiß, Manfred; Altmann, Norbert; Döhl, Volker; Sauer, Dieter: Neue Rationalisierungsstrategien in der Möbelindustrie II - Folgen für die Beschäftigten, Frankfurt/München 1989.
- Düll, Klaus; Lutz, Burkart (Hrsg.): Technikentwicklung und Arbeitsteilung im internationalen Vergleich, Frankfurt/München 1989.
- Köhler, Christoph; Preisendörfer, Peter (Hrsg.): Betrieblicher Arbeitsmarkt im Umbruch - Analysen zur Mobilität, Segmentation und Dynamik in einem Großbetrieb, Frankfurt/München 1989.
- Lutz, Burkart; Moldaschl, Manfred: Expertensysteme und industrielle Facharbeit - Ein Gutachten über denkbare qualifikatorische Auswirkungen von Expertensystemen in der fertigen Industrie, Frankfurt/München 1989.
- Schultz-Wild, Rainer; Nuber, Christoph; Rehberg, Frank; Schmierl, Klaus: An der Schwelle zu CIM - Verbreitung, Strategien und Auswirkungen, Eschborn/Köln 1989.